This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LIBRARY
OF THE
ASTRONOMICAL SOCIETY
OF THE

4
3

X QB4
L23

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

PUBLIÉS

Sous les auspices du Conseil général du Rhône

PAR

M. CH. ANDRÉ

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE

II

1/4 bind
CAT.
NEW
V. 2-3
ASTRON.

LYON
HENRI GEORG, ÉDITEUR
Libraire de la Faculté de Médecine
et de la Faculté de Droit de Lyon
36-38, PASSAGE DE L'HÔTEL-DIEU

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
Imprimeur, Libraire de l'Observatoire
de Paris
55, QUAI DES AUGUSTINS

1892

CAT. FOR
ASTRONOMY

LIBRARY
OF THE
ASTRONOMICAL SOC
OF THE PACIFIC

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

II

RECHERCHES

SUR

L'ÉQUATION PERSONNELLE

PAR

M. F. GONNESSIAT
Astronome adjoint à l'Observatoire

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

PUBLIÉS

Sous les auspices du Conseil général du Rhône

PAR

M. CH. ANDRÉ

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIR

II

LYON
HENRI GEORG, ÉDITEUR
Libraire de la Faculté de Médecine
et de la Faculté de Droit de Lyon
36-38, PASSAGE DE L'HÔTEL-DIEU

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
Imprimeur, Libraire de l'Observatoire
de Paris
55, QUAI DES AUGUSTINS

1892

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

PUBLIÉS

Sous les auspices du Conseil général du Rhône

PAR

M. CH. ANDRÉ

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIR

II

Lyon

LYON
HENRI GEORG, ÉDITEUR
Libraire de la Faculté de Médecine
et de la Faculté de Droit de Lyon
36-38, PASSAGE DE L'HÔTEL-DIEU

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
Imprimeur, Libraire de l'Observatoire
de Paris
55, QUAI DES AUGUSTINS

1892

ASTRONOMY LIB.

LIBRARY
OF THE
ASTRONOMICAL SOCIETY
OF THE PACIFIC

RECHERCHES

SUR

L'ÉQUATION PERSONNELLE

DANS LES

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES DE PASSAGES

QB4
L9 A8
v. 2-3
Astron.
Library

INTRODUCTION

Les observations méridiennes vont se perfectionnant peu à peu. Les constructeurs peuvent maintenant livrer des instruments qui laissent peu à désirer au point de vue de la stabilité, de la précision, de la commodité. Les astronomes, semble-t-il, apportent plus de soin à la détermination des constantes instrumentales. En ce qui concerne plus particulièrement les observations de passages, on augmente le nombre des étoiles circompolaires destinées à régler l'orientation de la lunette; de nouvelles méthodes sont imaginées pour rendre plus exacte cette orientation; on demande au bain de mercure, remis en honneur, d'utiles données pour la détermination de la flexion astronomique, que d'ingénieux appareils permettent d'ailleurs d'étudier systématiquement. A n'en pas douter, c'est dans l'observateur lui-même qu'il faut maintenant chercher la source des erreurs systématiques que révèle la comparaison d'observations faites dans des circonstances extérieures identiques par des personnes différentes.

Afin de pouvoir mieux préciser comment s'introduisent les erreurs personnelles, je rappelle en quoi consiste l'observation des passages d'une étoile ou d'un autre astre aux fils d'une lunette astronomique.

068

Deux méthodes principales sont en usage :

1° *Méthode de l'œil et de l'oreille* (Œ-O). — L'observateur compte mentalement la seconde, en écoutant les battements d'un compteur de temps, et cherche à fixer par la pensée la position qu'occupe l'étoile à l'instant de chaque battement.

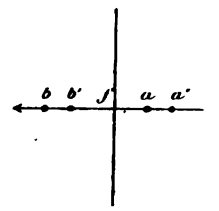


Fig. 1.

Soient a et b (fig. 1) les positions qui lui semblent correspondre aux deux battements consécutifs comprenant entre eux le passage au fil f: le rapport $\frac{af}{ab}$ donne la fraction qu'il faut ajouter à la seconde battue en a pour avoir l'instant du passage. Telle est la méthode de Bradley, où l'estime de la fraction est faite par l'œil [1].

On voit immédiatement à quelles erreurs peut donner lieu ce mode d'estime.

En premier lieu, l'observateur, par un défaut d'appréciation dont nous aurons à étudier le mécanisme, peut systé-

[1] Je ne parle pas du procédé qui consiste à assimiler la bissection de l'étoile par le fil à un bruit que l'observateur rattache au battement le plus voisin, comme dans la comparaison d'un chronomètre à une pendule. Une telle méthode ne semble susceptible de précision que dans le cas où l'intervalle des battements est au plus d'une demi-seconde : elle exige une éducation toute spéciale (V. les indications d'Y. Villarceau, rapportées par M. Hatt dans son *Usage du cercle méridien portatif*, p. 56, Paris, Impr. nat., 1880).

matiquement faire correspondre aux battements du compteur des positions a, b....., différentes des positions réelles aux mêmes instants a', b'....; le temps répondant à l'écart $a'a = b'b$... représente une *équation personnelle.*

Si la position estimée est en *arrière* de la position vraie, eu égard au sens du déplacement, la fraction notée est trop forte, et le temps observé doit recevoir une correction *négative :* nous dirons dans ce cas que l'équation personnelle est *négative.* Inversement, si la position observée est en *avant* de la position vraie, la correction devra être *positive,* et nous dirons qu'il s'agit d'une équation *positive.*

Ainsi, nous entendons le mot *équation* dans le sens de *correction.*

En second lieu, l'appréciation du rapport $\frac{af}{ab}$ est soumise à des erreurs d'ordre complexe, mais que l'on peut, pour des circonstances déterminées, considérer comme une fonction plus ou moins périodique de la valeur de ce rapport, estimé généralement au dixième. A chaque fraction observée correspond donc une erreur systématique; mais cette erreur prend en partie un caractère accidentel lorsque l'on considère l'ensemble des fractions. De telle sorte qu'elle se traduit, dans une série d'observations où chaque dixième se présente dans une proportion déterminée, par une résultante constante, qui s'ajoute à l'équation envisagée plus haut, et par un accroissement de l'erreur moyenne accidentelle.

On peut attribuer à cette erreur personnelle la désignation d'*équation décimale.*

2° *Méthode électrique* (**E**). — Elle consiste à presser une touche électrique à l'instant où l'étoile paraît bissectée par le fil. L'enregistrement du signal a lieu sur un chronographe, en regard des indications de temps données par une pendule munie d'un interrupteur électrique. Toute appréciation de fraction étant évitée, l'équation décimale disparaît. Mais la difficulté d'établir une coïncidence complète entre le top

électrique et le passage de l'étoile sous le fil donne lieu à une *équation personnelle* du genre de celle que nous avons considérée dans la méthode précédente : l'*intention* et l'*action* de produire le signal ne sont pas simultanées. D'ailleurs, tel observateur se déterminera à donner le top lorsque l'étoile lui paraîtra bissectée; tel autre, instinctivement, s'y prendra un peu à l'avance, de façon à ce que le bruit des pièces métalliques qu'il met en contact lui semble coïncider avec le passage du centre de l'astre dans l'axe du fil. Sans compter que la touche électrique doit introduire un retard, plus ou moins grand selon sa forme, et qui se confond avec l'erreur due à l'observateur.

S'est-on jusqu'ici suffisamment préoccupé des équations personnelles? Sans doute les travaux relatifs à cette question constituent déjà la matière de nombreux mémoires. Mais jusqu'en ces derniers temps, le défaut d'appareil complet a fait laisser dans l'ombre plus d'une particularité importante, et on peut dire que, dans la plupart des observatoires, l'étude systématique et régulière des équations personnelles est complètement négligée.

D'autre part, des deux méthodes employées à l'observation des passages, la méthode électrique et celle de l'œil et de l'oreille, quelle est la meilleure? La supériorité de la première, appuyée, semble-t-il, de bons arguments, n'est pas encore admise sans conteste, et il faut reconnaître que les éléments de comparaison ne sont pas jusqu'à présent suffisamment complets.

Dans ce Mémoire, je me propose de faire connaître les recherches sur l'équation personnelle que j'ai entreprises à l'Observatoire de Lyon, avec un appareil dont les dispositions sont en grande partie nouvelles. Ces recherches, faites dans des circonstances très variées, outre l'intérêt qu'elles peuvent présenter à divers points de vue, permettront, je l'espère, de préciser les avantages et les inconvénients de chaque méthode. Le chapitre que je consacre à l'origine des

erreurs personnelles pourra peut-être intéresser les physiologistes aussi bien que les astronomes.

J'exprime ici à mon cher Maître, M. le professeur Ch. André, Directeur de l'Observatoire de Lyon, mes sentiments de profonde reconnaissance pour les facilités matérielles grâce auxquelles j'ai pu entreprendre ce travail, et bien plus encore pour les précieux conseils que j'ai reçus de sa haute expérience.

Ma reconnaissance doit également s'adresser à l'*Association française pour l'Avancement des Sciences*, qui a bien voulu subvenir, pour une large part, aux frais d'acquisition de mon appareil.

Enfin je n'ai garde d'oublier mon excellent assistant, M. M. Luizet, qui m'a secondé avec intelligence et dévoûment, et à qui je suis heureux d'adresser mes plus vifs remercîments.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

1. Les astronomes du siècle dernier n'eurent aucune notion de l'équation personnelle. Maskelyne constata bien, en 1795, entre lui et son aide Kinnebrook, une différence systématique qui s'éleva, en quelques mois, de 0 à $0^s,7$ ou $0^s,8$; mais la cause de cet écart lui échappa, et c'est seulement vers 1820 que Bessel en donna l'explication[1]. Des expériences comparatives entre lui et divers observateurs justement réputés : Argelander, Struve, Walbeck, permirent à l'illustre astronome d'affirmer, dans l'estime des temps de passage d'une étoile derrière un fil, l'existence d'erreurs toutes personnelles. En même temps, il étudiait les lois de ces erreurs et donnait du premier coup un aperçu très juste sur leur origine.

L'attention une fois appelée sur ce sujet, les astronomes s'appliquèrent, dans maints observatoires, à se comparer entre eux.

[1] *Königsb. Beobacht.*, VIII, 1823. — Voir *Abhandlungen*, Bd III, 303-304.

Il est en effet facile de mettre en évidence des différences d'équation personnelle. Sans insister sur des procédés connus, il suffit de rappeler que, si deux observateurs notent les passages d'une même étoile chacun à la moitié des fils du réticule, la différence de la moyenne des temps réduits à la moyenne des fils représente la différence d'équation cherchée. On objecte avec raison à ce procédé le trouble apporté au mode d'observation du second observateur par la précipitation avec laquelle il doit se substituer au premier, sans avoir même le temps de rectifier la mise au point de l'oculaire. Aussi semble-t-il préférable de comparer les corrections de pendules obtenues dans la même séance par chaque observateur, surtout quand on dispose de catalogues où les différences d'ascension droite sont bien déterminées. Au cas où ces dernières données présenteraient trop d'incertitude, comme au temps de Bessel, les observateurs déterminent des différences d'ascension droite de couples d'étoiles. dont chacune des composantes est alternativement observée, à des jours successifs, par chaque observateur ; il est facile de se rendre compte qu'on fait ainsi apparaître le double de la différence des équations personnelles.

Quoi qu'il en soit, il ne fut pas rare de rencontrer des différences dépassant $0^s,5$ *.

En 1842, Arago crut avoir trouvé un procédé capable d'éliminer complètement l'équation personnelle ; il substituait à la méthode ordinaire de l'œil et de l'oreille le procédé d'enregistrement à l'aide d'un chronomètre à pointeur. A

* Consulter à ce sujet l'étude que M. R. Radau a consacrée aux *Erreurs personnelles* dans le *Moniteur scientifique*, vol. VII, VIII, et IX, 1865-67.

On doit aussi à M. J. L. E. Dreyer un résumé très complet des recherches ayant trait à cette question : *On personal Errors in astronomical Transit Observations*, R. Irish Academy, Proceedings, 2e série, vol. II, Dublin, 1876.

Ces deux mémoires renferment beaucoup de documents, que j'ai mis plus d'une fois à contribution.

l'arrivée de l'étoile sous le fil, l'observateur pressait un ressort, sous l'action duquel l'aiguille du chronomètre inscrivait elle-même sa position sur le cadran.

Arago cite[1] le cas d'un observateur qui notait des temps de passages plus forts de $0^s,5$ que ses collègues, et qui vit cet écart disparaître par l'emploi du nouveau procédé.

Il s'occupait de perfectionner son chronomètre enregistreur, lorsque les astronomes américains Bond firent connaître la méthode de l'enregistrement électrique[2]; le mode d'observation était en somme celui d'Arago, le principe de la chronographie seul était différent, et devait l'emporter par sa précision et sa commodité. Les auteurs de la méthode américaine affirmèrent tout d'abord, comme Arago pour la méthode du pointage, que par elle les équations ou erreurs personnelles sont, sinon tout à fait évitées, du moins réduites à un petit nombre de centièmes de seconde. Nous verrons plus loin jusqu'à quel point cette affirmation s'est vérifiée.

Les recherches qui suivirent la mise en usage du procédé chronographique montrèrent sa supériorité sur celui de l'œil et de l'oreille au point de vue de la précision : il faut remarquer particulièrement dans cet ordre d'idées les études de Dunkin[3] et de Pape[4]. Mais tandis que dans certains observatoires, comme à Greenwich, on accueillait avec empressement la nouvelle venue, dans d'autres, comme celui de Paris, sous la direction de Le Verrier, on continua à s'en tenir à la méthode de Bradley.

2. Si, dans les diverses observations afférentes à un service méridien, un observateur était en droit de compter sur la

[1] Arago, *Sur un moyen très simple de s'affranchir des erreurs personnelles...*, Comptes rendus de l'Acad. des Sc., XXXVI, p. 276, 1853.

[2] W. C. Bond, *Report of the British Assoc.*, 1851.

[3] Monthly Notices, XX, p. 86, 1860; XXIV, p. 152, 1864.

[4] Astr. Nachr., nos 1284-6, 1860.

constance de son équation personnelle, cette erreur se reporterait seulement sur la détermination absolue du temps, se confondant avec celles qui naissent de l'incertitude des différences de longitude et des déviations permanentes de la verticale. Mais une telle constance n'est guère probable; on ne peut espérer observer d'une façon uniforme les étoiles de diverses grandeurs à toutes les déclinaisons, non plus que les bords du soleil et des planètes.

Quelques mesures différentielles sont possibles à l'instrument méridien lui-même : on peut étudier l'influence de l'éclairement du champ, qu'il est toujours facile de modifier à volonté ; celle de la grandeur, par l'emploi de diaphragmes convenables; celle du sens du mouvement, par un prisme à réversion ; à la rigueur, celle de la position de l'observateur, à l'aide de prismes à réflexion. Mais lorsqu'il s'agit de la détermination des différences d'ascension droite d'étoiles situées à diverses déclinaisons, ou de la comparaison des positions du soleil et des planètes à celles des étoiles, la variation de l'erreur personnelle nous échappe complètement, et il devient nécessaire de recourir à un appareil spécial capable de donner la valeur absolue de cette équation.

Le problème de la détermination des équations absolues a préoccupé à diverses reprises astronomes et physiciens. Je vais résumer rapidement les principales solutions proposées jusqu'ici. Je donnerai simplement quelques indications sommaires sur les appareils employés, réservant pour un autre chapitre la discussion, s'il y a lieu, des résultats obtenus par chaque expérimentateur.

Il s'agit, dans tous les cas, d'obtenir le déplacement régulier, à différentes vitesses si c'est possible, d'une mire lumineuse simulant une étoile ou tout astre à diamètre apparent. Il faut en outre imaginer un moyen propre à faire connaître exactement l'époque réelle où l'astre artificiel occupe dans le champ de lunette d'observation une position déterminée.

3. Hartmann[1] est le seul qui n'ait demandé aucune ressource à l'électricité. Dans son appareil, un pendule conique entraîne, à un tour par seconde, un disque dont le contour affecte la forme d'une spirale d'Archimède. A chaque tour, l'échappement d'un ressort à l'extrémité de la spirale indique par un bruit sec le commencement de la seconde. Une perle d'acier fixée sur le disque et éclairée latéralement représente l'étoile. De sa position dépend la fraction de seconde, facilement accessible, à laquelle doit avoir lieu le passage; la comparaison avec la fraction observée indique l'équation de l'observateur.

Un tel appareil est évidemment incommode, et ne peut s'appliquer qu'à la méthode de l'œil et de l'oreille ; mais il faut rendre hommage aux soins minutieux que l'auteur a apportés à ses expériences, dont les résultats sont intéressants à plus d'un titre.

L'emploi de l'électricité permet de déterminer facilement l'instant de la bissection de l'étoile par le fil où se fait l'observation. Il suffit qu'au moment de la coïncidence, des contacts métalliques convenablement disposés et réglés ouvrent ou ferment le passage à un courant électrique actionnant un appareil d'enregistrement.

En 1854, Prazmowski proposait[2] de faire porter les étoiles artificielles sur le contour d'un disque de dimension convenable, muni dans la verticale de chaque étoile d'une pièce destinée à produire, au moment voulu, un contact électrique.

Cette idée a été réalisée par Michel[3], qui étudie, dans des conditions de précision mal connues d'ailleurs, outre l'estime des temps de passages, le temps que met l'observateur à répondre par une pression sur une touche à une impression subite arrivant soit à l'œil soit à l'oreille.

[1] Astr. Nachr., n° 1545, 1865.
[2] Cosmos, t. IV, p. 545.
[3] Monthly Notices, XVIII, p. 261, 1858.

4. En 1862, M. Hirsch[1], Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, imagina de faire porter l'image artificielle de l'étoile par un pendule fixé sur le pilier de la mire à collimateur de son instrument méridien, ce pendule oscillant dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de la lunette. Le passage est observé au fil mobile préalablement amené à la position pour laquelle il bissecte le point lumineux au repos. Un contact est disposé de façon à produire, à l'instant vrai du passage, le déclanchement d'un chronoscope de forme particulière, qui est arrêté par le top électrique de l'observateur; le chemin parcouru par l'aiguille donne, en millièmes de seconde, la correction personnelle cherchée. Comme on voit, ce procédé d'enregistrement ne s'applique qu'aux corrections négatives; mais cet inconvénient peut être levé facilement par l'emploi d'un chronographe ordinaire, car une indication du millième de seconde paraît illusoire dans une observation comportant au moins une erreur moyenne de $\pm 0^s,06$. On pourrait en même temps disposer le pendule de façon à lui laisser faire un certain nombre d'oscillations sans arrêt; les passages se présenteraient par séries, et non plus isolément, circonstance qui peut influer sur l'équation personnelle.

Dans cet appareil, la vitesse de déplacement de l'étoile est susceptible de variations assez étendues, mais la limite inférieure pratique paraît bien au-dessus du déplacement des circompolaires.

L'appareil de M. Hirsch a été utilisé à diverses reprises à l'occasion des déterminations de différences de longitudes exécutées en Suisse. Si on peut lui reprocher d'occasionner une grande perte de temps, il faut reconnaître que dans les conditions où il a été employé, il a donné des résultats dignes de confiance.

5. J'arrive à l'appareil dont M. C. Wolf s'est servi

[1] A. Hirsch, *Sur les corrections et équations personnelles...*, Bulletin de la Société des Sc. nat. de Neuchâtel, VI, 1863.

en 1864-1865, pour ses recherches à l'Observatoire de Paris[1].

La mire est placée à l'extrémité d'un levier de 1 mètre de longueur, disposé pour recevoir d'un régulateur à ailettes un mouvement de va-et-vient dans un plan horizontal. Une lentille à court foyer, dont le centre optique coïncide avec l'axe de rotation, donne une image réduite de la mire; c'est cette image que l'on observe dans une lunette de 10 centimètres d'ouverture, à travers un collimateur de 2 mètres de distance focale. Cette disposition a l'avantage de ne donner qu'un faible déplacement relatif du point lumineux dans le plan focal de la lunette : bien que la longueur totale de l'appareil excède à peine 4 mètres, un déplacement de la mire de 1 centimètre correspond seulement à un intervalle angulaire de 1′ dans le champ.

L'enregistrement du temps vrai des passages est provoqué par la rencontre d'un stylet solidaire de la mire avec des lames fixes incrustées dans une règle isolante, et dont la position peut être facilement rectifiée. Le courant électrique actionne une des armatures d'un chronographe Morse; une pendule à interrupteur gouverne l'autre par l'intermédiaire d'un relai, dont les battements servent à l'observation par l'œil et l'oreille.

Par une simple transposition de poids, on change à volonté le sens du déplacement du chariot, en sorte qu'on peut observer les passages de l'étoile artificielle à l'aller et au retour; la moyenne des temps enregistrés dans les deux sens est indépendante d'une erreur de réglage des contacts. On peut utiliser un prisme à réflexion pour renverser le sens du mouvement et en étudier l'influence.

L'auteur a d'ailleurs, à titre de contrôle et pour réaliser certaines expériences relatives à l'origine de l'équation personnelle, employé un autre mode d'enregistrement; il fait

[1] C. Wolf, *Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages*, Ann. de l'Obs. de Paris, Mémoires, VIII, 1866.

inscrire sur une feuille de papier, à l'aide d'une étincelle d'induction, la position du chariot à chaque battement du relai, ainsi qu'au moment des contacts de l'appareil.

Ces quelques indications ne sauraient donner une juste idée de l'appareil de M. Wolf : il faut lire dans son Mémoire avec quel soin il discute les causes d'erreur et les élimine. On retrouve là le physicien accoutumé aux recherches délicates. Tous ceux qui après lui ont expérimenté dans la même voie sont plus ou moins ses tributaires.

Dans ses recherches, M. Wolf s'est plus particulièrement placé au point de vue philosophique. On peut regretter que son appareil n'ait répondu que de très loin à ce desideratum important, la détermination des variations de l'équation personnelle avec la vitesse. L'habile expérimentateur n'a pas cru devoir étudier la méthode électrique : son équation n'atteignant dans ce cas que $0^s,03$ à $0^s,04$, il ne pouvait, a-t-il estimé, espérer obtenir les lois de ses variations. Cela n'empêche de reconnaître que le travail de M. Wolf, autant par la précision expérimentale que par les idées neuves qu'il soulève, constitue un important progrès dans la question qui nous occupe.

6. A l'Observatoire de Leyde, Kaiser se préoccupa à différentes reprises de la détermination de l'équation personnelle absolue.

Il fit d'abord usage d'un appareil à disque tournant, comme celui de Michel. Plus tard, il réduisit à une petite portion d'arc la rotation de son appareil, retombant à peu près sur la disposition adoptée par M. Wolf. Seulement, l'image de la mire est reçue sur une feuille de papier huilé, incurvée cylindriquement, et portant des lignes noires verticales qui tiennent lieu de fils. On observe les passages à distance, avec une lunette quelconque. Le point d'attache du cordon d'entraînement peut être déplacé le long du levier, de façon à décupler les variations de vitesse dues au régulateur lui-

même[1]. Cet appareil, très étudié, présente pourtant l'inconvénient de ne se mouvoir que dans un sens, et les apparences qu'il produit ne sont peut-être pas conformes à celles d'une observation sur le ciel. Il a été employé dans quelques observatoires sous le nom de collimateur de temps.

7. Avec M. Harkness[2], nous avons un appareil réduit à de faibles dimensions, et dont la longueur totale n'excède pas $0^m,60$. La mire et la lentille à court foyer qui en donne une image, ainsi que la pointe servant aux contacts, sont portées sur une plate-forme, qu'un régulateur à axe vertical entraîne tout d'une pièce. Cet entraînement est obtenu à l'aide de deux crémaillères parallèles à dents opposées, taillées dans un évidement de la plate-forme, et donnant prise à un pignon relié à l'axe du régulateur. On ne conserve à ce pignon qu'un secteur de dents, de telle sorte qu'il embraye avec une crémaillère seulement et successivement avec chacune : le changement de sens du déplacement a donc lieu automatiquement.

L'image de la mire est reçue sur une plaque de verre dépoli, portant des traits verticaux sur lesquels on en observe les passages à l'aide d'un simple microscope. Comme dans l'appareil de M. Wolf, l'instant vrai du passage se déduit de la moyenne des temps enregistrés à l'aller et au retour.

Avec un déplacement réduit à de si petites proportions, on conçoit que la valeur de l'instrument dépende essentiellement du soin apporté à sa construction. Celui de Washington, utilisé avec la méthode électrique, paraît avoir donné de bons résultats, si l'on s'en rapporte à la concordance des différences d'équation personnelle tirées de son emploi avec celles déduites d'observations célestes. Mais il faut bien faire

[1] *Beschreibung der Zeitcollimatoren der Sternwarte in Leiden*, Ann. der Sternw. in Leiden, II, 1870.

[2] *Personal Equation apparatus*, Washington Observations 1875, p. 21.

remarquer que dans ces différences est éliminée toute erreur systématique provenant d'un faible changement, entre l'aller et le retour, de la situation relative du point lumineux et du système producteur de contacts, erreur qui affecte les valeurs absolues et croît comme l'inverse de la vitesse. L'appareil ne peut d'ailleurs atteindre aux vitesses inférieures à celle d'une étoile située à 80° de déclinaison.

MM. Hilgard et Suess ont proposé également[1] un appareil encore plus réduit que le précédent, tout entier enfermé dans une boîte de faibles dimensions, dont une paroi est formée par une glace dépolie sur laquelle on observe l'image artificielle. On se sert de viseurs, et plusieurs observateurs peuvent opérer simultanément. Un tel système est peut-être pratique pour la détermination des équations relatives, mais il doit manquer de précision pour les équations absolues.

8. Le continuateur de Kaiser à l'Observatoire de Leyde, M. H. G. van de Sande Bakhuyzen, a adopté une disposition[2] dont il dit avoir eu l'idée à la suite d'une visite à l'observatoire de Pulkowa, où le regretté Wagner avait installé un collimateur de temps de Kaiser sur le pilier d'une mire, la visée ayant lieu avec l'instrument méridien lui-même à travers le collimateur de la mire.

M. v. de Sande Bakhuyzen prend pour étoile artificielle le point lumineux qui sert de mire méridienne ; il en obtient le déplacement apparent au moyen d'un prisme à angle aigu porté au-dessus du centre de rotation d'un levier semblable à celui de l'appareil de M. Wolf ou de celui de Kaiser. L'appareil est installé dans la salle d'observation, le prisme en question est donc situé entre l'objectif de la lunette et le collimateur de la mire. Mais il est nécessaire

[1] C. R. de l'Ac. des Sc., LXXIX., p. 999, 1874.

[2] H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, *Beschreibung eines Apparats zur Bestimmung des abs. persönl. Fehlers bei Durchgangsbeobachtungen, nebst Mittheilung der damite erhaltenen Resultate*, Haag, 1889.

de faire passer le cordon d'entraînement sur un excentrique, afin de parer à l'inconvénient d'un défaut de proportionalité entre les déplacements apparents de l'image et la rotation du prisme.

Dans tous les appareils décrits jusqu'à présent, la ligne de visée est horizontale, et l'influence que peut avoir la position de l'observateur ne peut être étudiée qu'avec des prismes à réflexion, qui obligent parfois à prendre une posture incommode. M. v. de Sande Bakhuyzen se sert de deux miroirs plans, à surface relativement grande, pour amener l'image dans la lunette lorsque celle-ci est dirigée à 45° environ au-dessus de l'horizon ; à 45° au-dessous, un miroir et un bain de mercure remplissent le même but.

Avec cet appareil, la vitesse peut s'abaisser à 1/60 de la vitesse équatoriale des étoiles. La position des contacts est obtenue par des pointés micrométriques. Un prisme à réversion sert à renverser le sens apparent du déplacement.

En somme, voilà un appareil plus complet que tous ceux que nous avons examinés. Toutefois il a contre lui la course trop restreinte de l'étoile artificielle, 6ˢ à l'équateur, en sorte que, par la méthode **Œ-O**, on ne peut guère observer, à la vitesse équatoriale, qu'un passage à chaque trajet du levier. Lorsqu'on opère aux faibles vitesses, la disposition des contacts à un écartement fixe, sauf de petits déplacements pour le réglage, fait d'ailleurs perdre beaucoup de temps. La durée des contacts croissant en raison inverse de la vitesse, les trépidations dues au régulateur peuvent diminuer beaucoup la précision de l'enregistrement. On peut trouver, d'autre part, que les différents organes de l'appareil, la partie optique surtout, sont un peu compliqués.

Ces réserves faites, il n'est que juste de reconnaître l'excellence des déterminations faites à l'Observatoire de Leyde, et le Mémoire où M. v. de Sande Bakhuyzen les relate est digne de la vieille réputation de l'Établissement qu'il dirige.

9. Afin de rapprocher complètement les conditions expérimentales de celles de l'observation réelle, M. Wislicenus[1], de l'Observatoire de Strasbourg, a imaginé de prendre pour étoile artificielle l'image oculaire du petit miroir fixé intérieurement sur l'objectif de son instrument de passages et qui sert à l'éclairement du champ : cette image peut être observée dans toutes les positions de la lunette. Le déplacement est produit par un système d'engrenages agissant sur la plaque porte-oculaire ; le stylet qui sert aux contacts est solidaire de cette plaque. Le renversement du mouvement a lieu automatiquement par une disposition analogue à celle de l'appareil de M. Harkness, et c'est aussi la moyenne des instants des contacts, à l'aller et au retour, qui donne l'instant réel du passage.

Les causes d'erreur relevées dans l'appareil de Washington se retrouvent ici, aggravées par le fait que les moindres torsions de l'axe oculaire, bien difficiles à éviter, déplacent considérablement la position apparente de l'image par rapport au réticule. D'ailleurs, l'action de la pesanteur sur le support de l'oculaire et le système enregistreur varie avec la hauteur, et les déterminations faites dans diverses positions peuvent n'être pas comparables.

En fait, l'ajustement paraît avoir laissé à désirer dans l'appareil de M. Wislicenus, car les déterminations faites par cet astronome accusent une erreur moyenne de beaucoup supérieure à celle qu'on peut raisonnablement tolérer dans les observations de passages. On ne saurait d'autre part admettre que lorsque la direction de la lunette passe de 45° au-dessous de l'horizon au Nadir, l'équation personnelle varie de $-0^s,13$ à $+0^s,14$ à 11° de déclinaison, de $+0^s,04$ à $+0^s,50$ à 60°, de $+0^s,4$ à $+1^s,8$ à 80° : il est facile de s'assurer que ces écarts sont proportionnels à la sécante de la déclinaison. L'auteur ne les a pas retrouvés dans les

[1] W. Wislicenus, *Untersuchungen über den abs. persönl. Fehler bei Durchgangsbeobachtungen*, Leipzig, 1888.

déterminations qu'il a faites à l'appareil de Leyde. Il faut donc convenir que cette tentative faite dans une voie nouvelle n'a pas été heureuse.

J'ai réservé pour la fin l'appareil en usage à l'Observatoire de Greenwich depuis 1886[1] : c'est en effet cet appareil que j'ai adopté pour mes recherches, après lui avoir fait subir diverses modifications qui en font un instrument plus complet et nouveau par certains côtés. La description qu'on va lire indiquera la part d'initiative qui m'est personnelle.

J'ai eu la bonne chance de rencontrer à Lyon un constructeur habile, M. Trenta : j'ai plaisir à lui adresser mes sincères remercîments.

[1] W. H. M. Christie, *Description of the Personal Equation Machine of the R. Observatory;* H. H. Turner, *Results obtened with Personal Equation Machine...*: Monthly Notices, XLVIII, nov. 1887.

CHAPITRE II

APPAREIL A ÉQUATION PERSONNELLE

10. Une des principales conditions auxquelles doit satisfaire un appareil de ce genre, c'est qu'il puisse être employé couramment, sans qu'il soit nécessaire de modifier l'installation de l'instrument méridien, ni de ses accessoires. Il faut que l'équation personnelle puisse être obtenue, comme les constantes instrumentales, aussi souvent qu'on le juge nécessaire, sans que les observations ordinaires aient à souffrir d'interruption.

C'est d'après cette considération qu'il a été décidé que l'appareil à équation de l'Observatoire de Lyon serait installé sur un pilier de mire. Un abri convenable permet de rendre cette installation permanente. Placé à une distance relativement grande, l'appareil peut recevoir d'assez fortes dimensions, ce qui en facilite la construction. La mire méridienne reste en place, et on la vise comme à l'ordinaire.

L'Observatoire de Lyon possède d'ailleurs une chambre noire de 130 mètres de longueur, où il est encore possible d'utiliser cet appareil pour les expériences où l'on veut le calme absolu de l'air ambiant.

11. Un régulateur isochrone d'Y. Villarceau communique un mouvement uniforme à un plateau circulaire horizontal A (Pl. I); l'entraînement n'a lieu qu'autant que la tige de

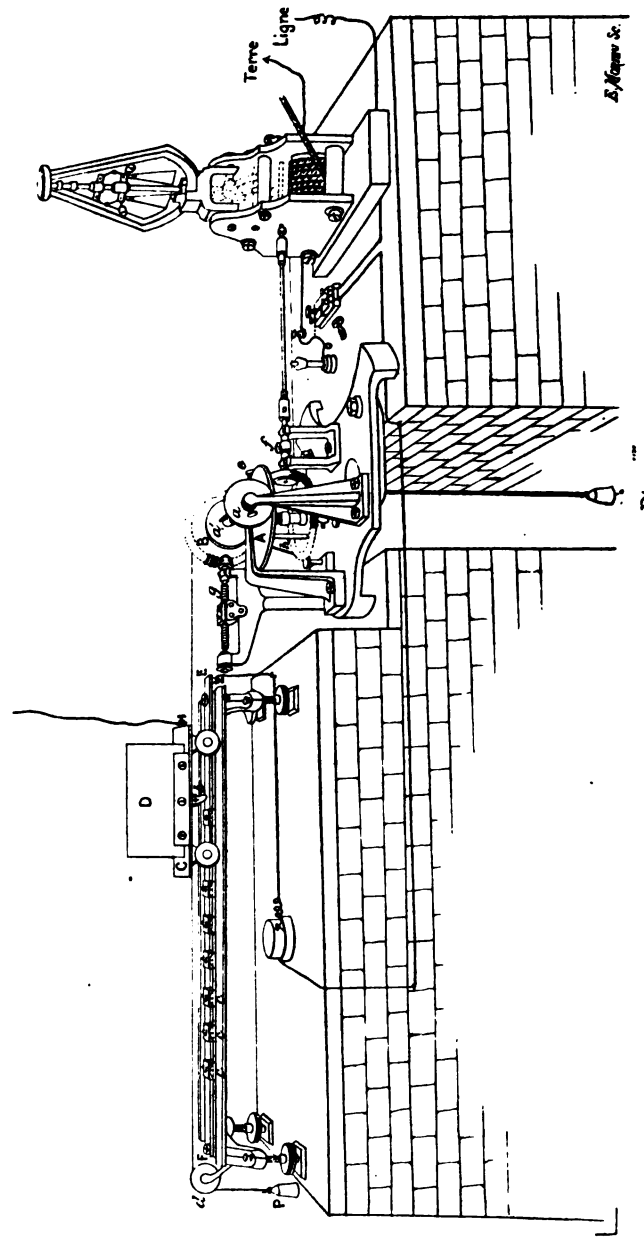


Planche I.

transmission est serrée par la vis de pression *f*. Ce plateau presse contre la tranche de l'un des disques *a*, *a'*, montés sur un axe horizontal de forme prismatique, le long duquel ils peuvent glisser : de telle sorte qu'on peut faire varier à volonté la distance du point de contact au centre de A.

Par frottement, le plateau entraîne le disque en contact avec lui, et par suite la roue B fixée sur le même axe. Cette roue porte, en arrière de la figure, une gorge sur laquelle s'engage un cordon, reposant d'ailleurs sur une poulie *d* et tendu par des poids P et P'.

En un point convenable de ce cordon, on attelle un chariot C, monté sur quatre roues, deux à jante plane, deux à gorge, se déplaçant sur un chemin de fer horizontal. Ce chariot marche avec une vitesse qui dépend de la situation du disque *a* (ou *a'*) relativement au centre du plateau A; le sens du déplacement change suivant qu'on utilise le disque antérieur ou le disque postérieur. Une pince sert à fixer sur ce chariot la mire D simulant les étoiles et autres astres.

L'enregistrement des passages du chariot par des points déterminés est obtenu de la manière suivante. Une règle E F, isolée électriquement du reste de l'appareil, porte un certain nombre de curseurs en cuivre, qui peuvent être immobilisés aux points voulus avec une vis de serrage. La partie antérieure de ces curseurs est en ébonite et façonnée en dos d'âne à sa partie supérieure. Des lamelles de platine, de de $0^{mm},4$ d'épaisseur, sont incrustées, transversalement au déplacement du chariot, dans la matière isolante, et affleurent exactement au sommet du dos d'âne. Toutes ces lamelles sont reliées à la règle, à laquelle on fait aboutir la ligne d'un circuit électrique qui traverse le chronographe. D'autre part, le chariot porte une lame élastique horizontale, large en moyenne de 15^{mm}, flexible dans le sens vertical et à l'extrémité de laquelle est implantée perpendiculairement une tige *b* très courte, à pointe mousse. Ce ressort en acier est isolé du chariot et mis en communication avec la terre; on en règle la position dans le sens de la hauteur de façon que,

pendant le déplacement du chariot, la pointe *b*, glissant sur les dos d'âne, rencontre les lamelles métalliques et, par son contact avec elles, donne naissance au courant qui doit actionner l'armature de l'enregistreur.

12. Les dispositions indiquées jusqu'ici sont à peu près celles de l'appareil de Greenwich. Dans celui-ci pourtant, les lamelles de contact, au lieu d'être portées par des curseurs, sont implantées dans une règle à des distances fixes correspondant à celles des fils du réticule de la lunette. On verra bientôt que c'est un inconvénient de ne pouvoir à volonté les placer à des distances quelconques. A Greenwich, d'autre part, le chariot porte une seconde règle à contacts, dont les distances sont celles des divers objets artificiels, étoiles, bords solaires, planètes, etc., fixés à demeure sur une même plaque. La disposition plus simple que j'ai adoptée m'a paru suffisante.

Mais les changements de vitesse qu'on peut obtenir de cette façon sont bien limités. A Greenwich, on n'a pu observer qu'entre les vitesses 1,3 et 0,3, la vitesse équatoriale étant prise pour unité. Dans mon appareil, le plateau A a 83^{mm} de rayon, et il n'est possible d'amener les disques *a*, *a'*, que jusqu'à 10^{mm} du centre; d'ailleurs, en inclinant l'axe du régulateur Villarceau qui a servi aux expériences, on peut en réduire la vitesse dans le rapport de 3 à 5 : au total le déplacement du chariot variera dans le rapport de 1 à 0,08. En faisant correspondre la vitesse maxima au double de la vitesse équatoriale, on voit que les expériences ne pourraient s'étendre au delà de 80° de déclinaison environ, ce qui est insuffisant. D'autre part, si on cherche à diminuer encore la vitesse du chariot, on augmente dans le même rapport la durée des contacts, ce qui peut nuire à la précision chronographique, ainsi que je l'ai fait remarquer en examinant l'appareil de Leyde.

Voici le dispositif au moyen duquel a été levée cette difficulté. On emploie pour les faibles vitesses un petit chariot

auxiliaire, constitué par un écrou *g* se mouvant sur une vis micrométrique fixe. La tête de cette vis est munie d'un pignon conique, qui embraye avec un engrenage taillé sur le contour de la roue B.

Engrenages et pas de vis sont établis de telle sorte que le déplacement de l'écrou soit seulement le dixième de celui du grand chariot. Pour assurer la proportionnalité des déplacements, il est nécessaire que le cordon d'entraînement soit fixé en un point de la roue B sur laquelle il repose, afin qu'il n'y ait pas de glissement. La qualité du cordon a son importance ; on a employé un fil de soie écrue de 1^{mm} de diamètre.

13. Les étoiles artificielles sont formées par d'étroites ouvertures se projetant sur un fond lumineux. Dans une plaque métallique rigide, est pratiqué un évidement de quelques millimètres, que l'on masque par un disque de papier noirci : un simple coup d'aiguille dans ce papier produit l'ouverture à laquelle un éclairage approprié donne l'apparence d'une étoile. On obtient aisément telle grandeur apparente qu'il est nécessaire en proportionnant le calibre de l'aiguille à l'intensité de la source lumineuse.

Pendant la nuit, l'éclairage a été fourni soit par une lampe à huile, soit principalement par une lampe électrique à incandescence, avec interposition de verre dépoli entre la lampe et la mire. A 65 mètres, distance du pilier de la mire Nord de notre grand instrument méridien, une ouverture de $0^{mm},1$ correspond à un diamètre angulaire de $0'',3$ et donne, avec la lumière électrique, une étoile de troisième grandeur; pour la première grandeur, le diamètre de l'ouverture de la mire est encore au-dessous de $1''$: l'emploi d'une lentille à court foyer pour la réduction du déplacement et de l'image, comme à Greenwich, devient inutile. Dans ces conditions, l'interposition de réseaux en treillis au devant de l'objectif produit, comme sur le ciel, à la fois une diminution d'intensité et de diamètre apparent ; on peut par

conséquent faire varier les grandeurs dans des proportions connues.

Pendant le jour, on utilise, outre la lumière électrique, soit la lumière diffuse du ciel, soit la lumière directe du soleil diffusée à travers une glace dépolie, ou réfléchie sur une surface mate : un petit miroir facile à orienter permet de prendre cette lumière à travers une fente ménagée dans l'abri de l'appareil. Là encore on peut facilement graduer l'intensité.

On a pris soin de tapisser de papier bleu la face de la plaque tournée vers la lunette, de façon à obtenir dans le champ, durant le jour, un fond comparable à celui du ciel.

Des ouvertures circulaires à bords bien nets représentent les disques planétaires de différentes grandeurs. Pour le Soleil et la Lune, les ouvertures sont limitées aux deux segments voisins des bords. En général, ces ouvertures sont garnies de glaces dépolies.

Une parcelle d'huile déposée sur une de ces glaces, au centre d'un espace étroit ombré de quelques coups de crayon, simule parfaitement un pic lunaire ; un fragment de papier noirci représente une tache du soleil. On réalise facilement toutes les apparences des comètes et des nébuleuses en enlevant au grattoir une plus ou moins grande partie de la surface et de l'épaisseur d'une feuille de papier noirci collée sur une plaque de verre dépoli. Enfin, si on place, à une distance de 1 à 2 centimètres en avant du point lumineux représentant une étoile de faible grandeur, une feuille de papier peu translucide, on peut obtenir des taches confuses dont l'éclat est aussi peu marqué que celui des comètes ou des nébuleuses les plus faibles : le centre en est d'ailleurs déterminé par la position du point lumineux.

Des pinces fixées aux chariots reçoivent les plaques à images artificielles, que l'on peut changer à volonté sans difficulté.

14. Pour l'enregistrement, on a utilisé un chronographe

électro-magnétique à tambour, dans lequel une seconde est représentée par un déroulement de 45^{mm}, en sorte que le relevé au centième se fait aisément. Une des plumes enregistre le temps donné par notre pendule principale Rédier, qui est installée dans un sous-sol. L'électro-aimant qui la gouverne est placé directement dans le circuit de l'un des compteurs, système Hipp, qui donnent l'heure et frappent la seconde dans les salles d'observation. L'autre plume est destinée soit à l'enregistrement des contacts de l'appareil, soit à celui des signaux dans l'observation électrique. Toutes les précautions d'usage, telles que : détermination ou élimination de la parallaxe des plumes par l'interversion de leur fonction, égale résistance des armatures, etc., ont été prises ; il n'y avait qu'à se conformer aux recommandations de M. Wolf.

Il a été nécessaire de déterminer la différence constante qui sépare le commencement de chaque seconde enregistrée de l'instant du battement du compteur. On y est arrivé au moyen de tops électriques. Le bruit sec de la touche pressée un peu vivement est très facilement comparable au coup frappé par le compteur. On n'a du reste tenu compte que des signaux pour lesquels les deux bruits étaient absolument confondus, et le plus souvent cette coïncidence était jugée à distance par un assistant. La précision atteinte de cette façon est remarquable et l'erreur moyenne d'un signal est inférieure à $\pm$ 0s,02. Dans chaque série de vingt comparaisons se montre constamment la différence de 0s,03 à 0s,04 qui existe entre l'intervalle du battement pair au battement impair et l'intervalle inverse ; pendant toute la durée des expériences, les déterminations de la différence (Compteur — Enregistreur) sont restées comprises entre + 0s,142 et + 0s,128 : on a adopté la moyenne générale + 0s,132. L'erreur systématique qui peut subsister sur ce nombre est certainement très minime, et je ne la crois pas supérieure aux erreurs qui s'introduisent lorsqu'on fait marquer la seconde par le battement d'un relai. Il semble d'ailleurs qu'on ne

doit pas attacher une importance exagérée à une faible erreur de temps destinée à se reproduire identiquement dans toutes les expériences, et qui disparaît forcément dans les différences auxquelles se ramènent toutes les observations à la lunette méridienne, aussi bien que dans les comparaisons entre observateurs différents.

15. Il faut maintenant montrer le fonctionnement de l'appareil.

Le chronographe est installé dans la salle méridienne; celui dont nous disposons est assez silencieux pour ne gêner en rien l'audition des battements du compteur. L'observateur peut facilement en surveiller la marche, et n'a besoin d'aucun aide autour de lui. Il ne faut donc qu'un assistant auprès de l'appareil.

Les communications avec la salle méridienne se font au moyen du téléphone. Par un simple jeu de commutateur, on utilise la même ligne à la fois pour les communications téléphoniques et pour la transmission des contacts de l'appareil. Le signal des opérations destinées à se répéter fréquemment, comme la mise en marche du régulateur ou de l'appareil, est donné par un coup de sifflet, dont le son aigu domine toujours le bruit du vent.

Tout d'abord, il faut procéder à la mise en place des curseurs. Une fois pour toutes, on détermine en millimètres la distance qui correspond sur la règle porte-curseurs à un déplacement d'un tour de la vis du micromètre de la lunette. De la position des fils du réticule, on déduit les distances relatives qui doivent séparer les contacts. Il suffit alors de régler la position d'un seul de ces curseurs, et on obtient immédiatement, à l'aide d'une règle divisée, la position très approchée de tous les autres. Un déplacement de la plaque de mire peut servir à rectifier l'ensemble.

La position exacte de l'image de la mire à chacun des contacts, est obtenue par des pointés au fil mobile : à cet effet, l'assistant déplace à la main le chariot jusqu'à ce que

la pointe *b* soit à une petite distance de l'une des lamelles de contact; agissant ensuite sur le contour du plateau A, à l'aide d'une vis de rappel, dont on voit la tête en *e*, il entraîne très lentement le chariot jusqu'à ce que le galvanomètre qu'il a sous les yeux lui indique la fermeture du circuit. Un coup de sifflet avertit l'observateur, qui fait les pointés et prévient ensuite l'assistant de passer à un autre contact. Ce procédé est rapide et très précis, et il a été facile de s'assurer que l'opération de la mise en contact ne comporte que des écarts inférieurs à l'erreur probable des pointés. Il n'y a pas lieu de se préoccuper de la torsion, faible d'ailleurs, de la lame de contact au passage sur les curseurs; cette torsion doit se reproduire identiquement dans chaque passage au même endroit.

Pour simplifier, on désignera par C la lecture micrométrique qui détermine la position de l'astre artificiel à l'instant d'un contact.

Pour la commodité et la précision des pointés au fil mobile, il est nécessaire que les positions C soient à une distance suffisante des fils fixes. Mais le temps que met l'étoile à passer de C au fil, ou inversement, se calculera aisément en fonction de la vitesse de déplacement et de la distance du point C au fil fixe, quantités bien déterminées.

Il est plus rapide et plus sûr de procéder ainsi que de s'astreindre à établir péniblement une coïncidence complète, d'ailleurs précaire, entre la position des contacts et celle des fils. La position des contacts comportant ainsi un certain degré d'arbitraire, il a été inutile de pourvoir les curseurs d'aucun moyen de rectification, et ainsi la construction en a été beaucoup simplifiée.

On peut faire porter sur la même plaque des objets artificiels divers, en nombre égal à celui des contacts. Dans ce cas, la source de lumière est immobile et les passages sont tous observés au même fil. Cette disposition a été employée principalement pour les recherches sur des disques planétaires de différents diamètres.

La non-coïncidence des passages aux fils et aux points de contact permet d'ailleurs de faire enregistrer avec la même plume les tops de l'observation électrique et les signaux automatiques de l'appareil. Ainsi les temps observés électriquement recevront simplement la correction qui résulte de l'intervalle compris entre le fil fixe F et le point C : si v est la vitesse, μ la valeur du tour de la vis à la vitesse 1, cette correction a pour valeur dans notre instrument :

$$\delta t = \pm \left\{ \pm (F-C) \frac{\mu}{v} \right\} \begin{array}{l|l} \text{Pos. directe} & \text{Sens direct } (d. \text{ à } g.). \\ \text{Pos. inverse} & \text{Sens inverse } (g. \text{ à } d.). \end{array}$$

Dans l'observation par l'œil et l'oreille, le relevé chronographique doit être en outre corrigé de la parallaxe des plumes et de la différence constante entre l'enregistrement et le battement de la seconde.

Lorsqu'on fait usage du chariot auxiliaire, la position C′ des contacts est déterminée de la même façon, mais l'observation des passages a lieu au fil mobile, que l'on amène en des positions voisines de celles qui correspondent aux contacts. Pour éviter toute perte de temps, on peut proportionner l'écartement des curseurs à la vitesse de déplacement du chariot, afin d'obtenir à différentes vitesses le même nombre de pointés dans le même temps.

De même avec le grand chariot, lorsque la vitesse est au-dessous de la moitié de la vitesse équatoriale et cependant trop grande pour permettre l'usage du fil mobile, l'observation peut porter sur deux points lumineux convenablement espacés, dont on note successivement le passage à chacun des fils fixes. Pour le même nombre de contacts, celui des fils est réduit de moitié.

On voit bien maintenant tout l'avantage qui résulte de l'emploi de curseurs comme supports des contacts. Le réglage n'en étant qu'approximatif, il est facile de passer sans perte de temps d'un groupement à un autre ; une substitution de plaque se fait de même sans difficulté.

Dès lors, il suffit sur le chariot d'un seul stylet pour la production des contacts.

16. Le calcul de la correction δt exige pour être précis que le déplacement du chariot soit uniforme. Du côté du régulateur il y a toute garantie, puisque les expériences ont été faites avec un régulateur Villarceau-Bréguet dont le fonctionnement ne laisse rien à désirer. D'autre part, l'entraînement par le plateau A s'exerçant par frottement sur le disque a (ou a') s'est toujours bien effectué : ce plateau peut recevoir dans sa douille un jeu vertical d'environ 1 millimètre; il est soulevé par un ressort qui en maintient l'adhérence avec le disque supérieur. Un poids additionnel ajouté à l'un ou l'autre des poids tenseurs P ou P', suivant le sens du déplacement, sert à vaincre les résistances dues au frottement des roues sur les rails. Moyennant ces précautions, on a toujours trouvé que l'intervalle de temps qui sépare deux contacts ne varie pas, dans des conditions déterminées de vitesse, de plus de $\frac{1}{200}$ de sa valeur. On verra plus loin d'ailleurs, et c'est la meilleure garantie du fonctionnement régulier de l'ensemble de l'appareil, que les erreurs des déterminations expérimentales n'excèdent point celles des observations ordinaires, et qu'en particulier l'emploi de la méthode électrique a conduit à des résultats d'une précision remarquable.

La proportionnalité du déplacement du chariot auxiliaire à celui du grand chariot a été vérifiée à maintes reprises. Voici, par exemple, un Tableau où elle est mise en évidence, et qui montre en même temps avec quelle précision il est possible de déterminer la position des points C ou C'. Les valeurs de C résultent de deux séries de cinq pointés au fil mobile, exécutées à $1^h,5$ d'intervalle; ΔC est la variation des positions dans l'intervalle des deux séries; C'_0 représente la moyenne de dix pointés relatifs au petit chariot, la mise en contact étant opérée deux fois pour chaque position ;

C'_c représente les valeurs calculées, en partant des valeurs de C, par la formule :

$$C'_c = 1^t,9393 + 0,09571\,(28^t,807 - C).$$

FILS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	t	t	t	t	t	t	t	t
C	37,1543	34,8286	32,1271	29,8276	27,6319	25,4776	23,0817	20,328[illegible]
ΔC	+ 0,0062	+ 0,0028	+ 0,0030	+ 0,0041	+ 0,0070	+ 0,0056	+ 0,0050	+ 0,00[illegible]
C'_0	1,1388	1,3637	1,6206	1,8435	2,0505	2,2602	2,4876	2,749[illegible]
C'_c	1,1404	1,3630	1,6215	1,8416	2,0518	2,2580	2,4873	2,75[illegible]
$C'_c - C'_0$	+ 0,0016	— 0.0007	+ 0,0009	— 0,0019	+ 0,0013	— 0,0022	— 0,0003	+ 0,001[illegible]

1 tour de la vis équivaut à 60″; on voit que les différences $C'_c - C'_0$ ne dépassent pas 0″,13, et peuvent être attribuées à l'erreur accidentelle des pointés. De même les variations ΔC ne présentent entre elles que de faibles écarts, preuve de l'exactitude avec laquelle s'opère la mise en contact.

En général, chaque séance 'expériences a commencé et fini par une détermination des positions des contacts; on a a obtenu par interpolation les valeurs à employer pour le calcul des valeurs de δt relatives à chaque série de passages. Les variations ΔC sont souvent nulles, et ne dépassent guère celles que montre le Tableau ci-dessus : on peut donc interpoler en toute sécurité.

17. En réalité, la position de l'observateur change en même temps que la déclinaison. L'étude des variations de l'équation personnelle suivant la vitesse est donc insuffisante si on n'examine en même temps l'influence que la position de l'observateur peut exercer sur sa façon d'observer; car il est tout au moins permis de soupçonner de légères modifications dans le fonctionnement de l'œil suivant la façon dont il est supporté dans son orbite.

Le changement de position de l'observateur a été obtenu à l'aide de deux prismes à réflexion amenant les rayons respectivement à 45° et à 90° de leur direction initiale. L'usage de

ces prismes, à peu près impossible avec les oculaires ordinaires dans les instruments de quelque dimension, a été facilité par l'emploi d'un oculaire terrestre, dépassant de $0^m,12$ la face antérieure du micromètre. L'observateur a donc pu prendre sur le banc d'observation les positions correspondant aux lignes de visée dirigées à 90° et 45° de hauteur, soit au-dessus, soit au-dessous de l'horizon.

Est-il préférable d'utiliser, comme à Leyde, de grands miroirs plans? Il n'est pas certain que la déformation des images soit beaucoup plus grande avec les prismes qu'avec les miroirs et le bain de mercure. Il faut compter d'ailleurs avec la difficulté qu'il peut y avoir, à divers points de vue, à se procurer des surfaces réfléchissantes de grande dimension.

L'emploi de l'oculaire terrestre a permis de constater, par de nombreuses séries de pointés, que je n'ai pas d'équation en bissectant un point lumineux par un fil vertical.

CHAPITRE III

ERREUR MOYENNE ACCIDENTELLE D'UNE OBSERVATION DE PASSAGE

18. Avant de donner les résultats des déterminations absolues de mon équation personnelle, je crois bon, afin d'en faciliter la discussion, d'indiquer d'abord les valeurs de l'erreur accidentelle d'un passage isolé.

PETITE LUNETTE MÉRIDIENNE

Je commence par le petit instrument méridien Rigaud.

La lunette a $0^m,80$ de distance focale, 57^{mm} d'ouverture libre, et l'oculaire employé donne un grossissement de 70. Elle était installée dans la grande chambre noire de l'Observatoire, à une distance de 125 mètres de l'appareil à équation. On n'a interposé aucun collimateur entre l'objectif et l'appareil, on s'est contenté de mettre le micromètre au point sur celui-ci.

Dans cet espace calme, à température constante, les images ne laissent rien à désirer : je leur attribue constamment le chiffre 5, maximum des nombres par lesquels j'en évalue la qualité : depuis 5, images très bonnes, jusqu'à 1, presque inobservables.

La vitesse v est rapportée à la vitesse équatoriale, $\frac{1}{v}$ est l'analogue de *sécδ*, n représente le dixième du nombre de passages.

La grandeur des étoiles à été maintenue entre le quatrième et le cinquième degré de l'échelle ordinaire.

Le Tableau qui suit contient pour chaque méthode l'erreur moyenne ε d'un passage, erreur calculée à la façon ordinaire par comparaison de chaque valeur particulière de la correction personnelle à la moyenne des déterminations obtenues dans la même séance. Il n'y a pas de distinction à faire entre le sens direct, — déplacement de droite à gauche, et le sens inverse, — déplacement de gauche à droite.

En général, les notations se rapportant à la méthode **E** seront distinguées par un accent; celles qui sont relatives à la vitesse équatoriale recevront l'indice o. On prendra pour unité le centième de seconde.

TABLEAU I.

Petit instrument. Erreur moyenne d'un passage. Images 5.

$\frac{1}{v}$	Œ-O			E		
	$\pm\varepsilon$	$\pm v\varepsilon$	n	$\pm\varepsilon'$	$\pm v\varepsilon'$	n'
0,96	7,2	7,5	53	4,9	5,1	48
1,6	8,3	5,2	14	7,4	4,5	14
1,9	8,9	4,7	6	7,4	3,9	6
3,3	11	3,4	13	12	3,7	13
6,6	13	2,2	14	13	2,2	13
9,8	22	2,2	13	20	2,0	13
17,3	29	1,7	4	29	1,7	5
34,5	50	1,5	19	54	1,6	14
68,0	112	1,7	6	126	1,9	4

Le petit chariot de l'appareil a été employé à partir de $\frac{1}{v} = 9,8$.

Ce qui frappe d'abord, c'est la supériorité très marquée de la méthode **E** sur la méthode **Œ-O**, tant qu'il s'agit d'étoiles à grande vitesse. Ce fait est d'autant plus saillant que la plupart des observations auxquelles se rapportent les valeurs précédentes ont été faites au début des expériences, alors que je n'avais pas observé électriquement depuis 1880 : encore n'avais-je jamais été complètement familiarisé avec cette méthode.

Mais à partir de $\frac{1}{v} = 3,3$, les deux méthodes donnent même précision, et la méthode **Œ-O** paraît présenter quelque avantage dans le cas de vitesses circompolaires.

Bien que le nombre des observations soit insuffisant pour qu'on puisse conclure nettement, on peut cependant admettre que le produit de l'erreur moyenne par la vitesse tend vers une constante, qui est $\pm$ 0s,016 (**Œ-O**), et $\pm$ 0s,017 (**E**).

Parmi les observations connues, les points de comparaison manquent, parce que la méthode **Œ-O** est peu usitée avec les instruments de petite dimension, et que les observateurs ne publient généralement que l'erreur moyenne d'une correction de pendule, erreur qui est la résultante d'un certain nombre d'erreurs distinctes. Voici cependant quelques chiffres se rapportant à la méthode **E**, vitesse 1 :

Longitude Paris-Alger[1], ...	$\pm$ 0s,07
Longitude Paris-Berlin[2].	$\pm$ 0s,07
Longitude Paris-Bordeaux[3], observ. S. .	$\pm$ 0s,08
— — observ. R. .	$\pm$ 0s,10
Longitudes in Missouri[4].	$\pm$ 0s,07

Ainsi, dans les déterminations de longitudes, l'erreur

[1] *Mémorial du Dépôt général de la Guerre*, XI, 1er fascicule, p. 157, 1877.

[2] *Ann. du Bureau des Longitudes*, II, p. A. 327, 1882.

[3] *Ann. de l'Observ. de Bordeaux*, I, p. 190, 1885.

[4] *Bull. of the U. S. Geological Survey*, n° 49, 1889.

moyenne d'un passage ne s'abaisse pas au-dessous de $\pm 0^s,07$. Tout en tenant compte de la qualité exceptionnelle des images, on conviendra que la petitesse de l'erreur, $\pm 0^s,05$, à laquelle j'arrive de mon côté, est toute en faveur de l'appareil à équation, dont le bon fonctionnement est d'ailleurs confirmé par l'erreur moyenne aux faibles vitesses, erreur qui est au-dessous de $0'',3$, ramenée à l'équateur.

GRAND INSTRUMENT MÉRIDIEN

19. La lunette a 2 mètres de distance focale, et $0^m,135$ d'ouverture libre. L'oculaire normalement employé grossit 130 fois : il sera désigné par G_1. L'oculaire terrestre dont on s'est servi pour changer le sens apparent du déplacement [1], donne un grossissement de 115 : il sera désigné par R.

L'appareil est installé à 65 mètres de distance sur le pilier de la mire Nord ; on le vise à travers le collimateur de cette mire.

Dans cette installation, la qualité des images, comme dans les observations ordinaires, dépend des conditions atmosphériques. Pendant le jour, les observations ne sont en général possibles en plein soleil que si le vent souffle assez fort, des régions nord plus particulièrement ; les circonstances les plus favorables se rencontrent par temps humide et ciel couvert : dans ce cas, on obtient souvent des images tout à fait calmes. Durant la nuit, les meilleures images correspondent à un vent nord un peu fort ; par temps calme, elles sont généralement régulières, mais soumises parfois à des ondulations à période relativement longue. On

[1] Cet oculaire ayant un champ assez restreint, il est nécessaire que l'œil soit toujours bien centré si l'on veut avoir une image nette des fils, et éviter les erreurs de parallaxe. C'est pour ce motif que l'oculaire terrestre n'a été employé qu'aux observations de jour, parce que c'est à la lumière diffuse qu'on juge le mieux de la mise au point.

n'a pas observé lorsque la qualité des images était estimée au-dessous de 2,5.

Il ne s'agit dans cette discussion que d'étoiles de 5e à 6e grandeur.

L'erreur moyenne d'un passage étant obtenue pour chaque série de déterminations, on a commencé par diviser les résultats suivant la vitesse en deux groupes, l'un se rapportant aux meilleures images, de 4 à 5, l'autre aux images notées de 2,5 à 3,5. Par comparaison, il a été facile de déterminer la variation de la valeur absolue de $v\varepsilon$ lorsque le chiffre attribué aux images diminue de 1 unité: on a trouvé:

LIMITES DE $\frac{1}{v}$	Œ-O	E
1 à 3	+ 0,7	+ 0,9
4 à 9	+ 0,6	+ 0,7
12 à 55	+ 0,5	+ 0,6

A l'aide de ces variations, il a été possible de ramener l'erreur moyenne de chaque série à la qualité 4,0. Dans la combinaison des valeurs provenant des deux groupes, les valeurs du deuxième (qualités inférieures) ont reçu un poids proportionnel à la moitié seulement du nombre de passages, afin de tenir compte de leur incertitude, plus forte que dans le premier groupe.

Cela fait, on a pu constater que les écarts accidentels sont les mêmes dans les observations de jour et celles de nuit; que les oculaires G_1 et R donnent même précision; que les prismes ajoutés à R ne nuisent en rien aux observations; qu'enfin il n'y a pas de différence appréciable entre l'un et l'autre sens de déplacement, sauf peut-être à la vitesse équatoriale, où l'erreur moyenne paraît plus forte de $0^s,004$ environ dans le sens inverse que dans le sens direct.

Combinant les divers résultats qui se rapportent à la même vitesse, on obtient le Tableau suivant.

TABLEAU II

Grand Instrument. Erreur moyenne d'un passage. Images 4.

Œ-O				E			
$\frac{1}{v}$	$\pm \varepsilon$	$\pm v\varepsilon$	n	$\frac{1}{v}$	$\pm \varepsilon'$	$\pm v\varepsilon'$	n'
0,94	7,1	7,5	189	0,93	4,3	4,6	135
1,30	8,2	6,3	40	1,30	4,9	3,8	33
1,97	9,3	4,7	31	1,92	7,9	4,0	30
3,00	11	3,6	36	3,00	10	3,4	34
4,6	12	2,6	26	4,6	12	2,6	12
6,8	18	2,7	9	6,4	23	3,6	3
9,2	20	2,2	12	9,3	20	2,2	10
13,0	28	2,2	16	13,0	29	2,3	11
20,8	42	2,0	32	20,4	37	1,8	28
32,2	60	1,8	36	32,2	68	2,1	26
54,5	98	1,8	12	53,0	84	1,6	10

Ce Tableau donne lieu aux mêmes remarques que le précédent : grande supériorité de la méthode **E** aux fortes vitesses, équivalence des deux procédés à partir de $\frac{1}{v} = 3,0$; convergence de $v\varepsilon$ vers une constante que l'on peut prendre égale à $\pm$ 0",018 pour les deux méthodes.

On remarque qu'avec le grand instrument, pour la qualité 4 des images, l'erreur moyenne est sensiblement la même qu'avec le petit pour la qualité 5 : le calme des images fait donc compensation aux faibles dimensions instrumentales.

On peut maintenant calculer le rapport des carrés des erreurs moyennes correspondant respectivement à des images estimées 4 et 3.

TABLEAU III

Variation de la précision des observations avec la qualité des images.

$\frac{1}{v}$	Œ-O			E		
	$\pm v\,\varepsilon_4$	$\pm v\,\varepsilon_3$	$\frac{\varepsilon_3^2}{\varepsilon_4^2}$	$\pm v\,\varepsilon'_4$	$\pm v\,\varepsilon'_3$	$\frac{\varepsilon'^2_3}{\varepsilon'^2_4}$
1	7,2	7,9	1,2	4,4	5,3	1,4
3	3,6	4,3	1,4	3,4	4,2	1,5
9	2,2	2,8	1,6	2,2	2,9	1,7
40	1,8	2,3	1,6	2,4	2,4	1,8

La précision relative des observations lorsque les conditions atmosphériques sont différentes varie, comme on le voit, avec la méthode et avec la vitesse.

On remarque que la méthode **E** est plus que l'autre sensible aux trépidations des images : le fait n'a rien d'étonnant, puisque l'observation par la méthode **E** ne donne lieu qu'à une seule appréciation, tandis que par la méthode **Œ-O**, l'estime résulte de la comparaison de deux positions de l'étoile à celle du fil.

20. *Observations sur le ciel par la méthode* **Œ-O**. — Il est intéressant de rapprocher des résultats fournis par l'appareil à passages artificiels ceux qui résultent des observations ordinaires faites sur des étoiles réelles. On reproduit donc ici le Tableau résultant des observations faites dans le cours de l'année 1888. Pour les circompolaires, on n'a pas distingué entre le passage supérieur et le passage inférieur.

On désigne par : z la distance zénithale apparente, δ la déclinaison, n le nombre d'observations à 10 fils, ε l'erreur moyenne d'un passage ; $\varepsilon \cos \delta_0$ est la valeur de cette erreur réduite à l'équateur, $\varepsilon \cos \delta_0$ est calculée par une formule que j'indiquerai plus loin, o-c représente la différence de ces deux valeurs.

TABLEAU IV

Grand instrument. Erreur moyenne d'un passage. Ciel. Œ-O.

séc δ	z	n	± ε	± ε cos δo	± ε cos δc	O-C
1,00	45°,7	50	6,4	6,4	6,5	— 0,1
1,11	70,9	59	7,4	6,7	6,7	0,0
1,13	18,4	56	6,9	6,1	6,2	— 0,1
1,38	2,3	58	7,8	5,7	5,6	+ 0,1
1,46 PI	87,45	13	13,2	9,1	9,4	— 0,3
1,52 PI	85,3	23	10,9	7,2	7,2	0,0
1,63 PI	82,1	43	9,8	6,1	6,1	0,0
1,77	9,9	54	8,3	4,7	4,9	— 0,2
1,87 PI	76,6	37	9,8	5,2	5,2	0,0
2,33 PI	69,7	37	9,1	3,9	4,4	— 0,5
2,46	20,4	35	10,5	4,3	4,0	+ 0,3
3,92 PI	59,1	47	13,5	3,4	3,3	+ 0,1
4,02	29,9	40	12,1	3,0	3,1	— 0,1
7,04		70	20	2,8	2,6	+ 0,2
12,7		88	34	2,7	2,4	+ 0,3
17,0		100	44	2,6	2,4	+ 0,2
22,0	44,7	100	53	2,4	2,4	0,0
34,1		35	85	2,5	2,3	+ 0,2
44,5		72	104	2,3	2,3	0,0
55,0		80	114	2,1	2,3	— 0,2

J'ai rapproché les valeurs se rapportant à la même déclinaison, mais à des culminations différentes, afin de faire saisir au premier coup d'œil l'influence de la distance zénithale. On voit que cette influence, nulle à peu près jusqu'à $z = 70°$, croît ensuite de manière à doubler à peu près l'erreur au voisinage de l'horizon, où la dispersion atmosphérique et les réfractions anormales interviennent pour déformer les images.

L'allure de l'erreur moyenne suivant la déclinaison ne diffère pas de celle qui a été constatée dans les Tableaux I et II et les valeurs sont presque les mêmes. La qualité

moyenne des images doit être estimée probablement un peu au-dessous de 4,0. Quoi qu'il en soit, il faut constater encore une fois que l'appareil à équation n'introduit pas d'erreur accidentelle appréciable.

M. Rayet a résumé dans un Mémoire étendu[1] les diverses recherches ayant trait à l'erreur moyenne d'un passage par la méthode Œ-O. Sur les vingt valeurs qu'il a rassemblées concernant la vitesse équatoriale, 5 sont comprises entre $\pm 0^s,085$ et $\pm 0^s,100$, 14 vont de $\pm 0^s,100$ à $\pm 0^s,134$, et 1 atteint $\pm 0^s,164$. Mais la plupart se rapportent à des observations déjà anciennes. A en juger par les résultats que différents observateurs ont obtenus à l'Observatoire de Lyon, il semble que c'est autour de $\pm 0^s,07$ qu'il faut fixer l'écart moyen d'un passage obtenu avec un grand instrument, dans des conditions normales. Quant à l'erreur moyenne près du pôle, les nombres rapportés par M. Rayet varient entre $\pm 0^s,017$ séc δ et $\pm 0^s,034$ séc δ.

21. *Formule représentative de l'erreur moyenne.* — Je me borne à citer, d'après M. Rayet, les formules successivement employées pour représenter l'ensemble de l'erreur moyenne à toutes les déclinaisons.

Celle de Robinson, acceptée par Pape, est

$$\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \text{ séc}^2 \delta + c^2 \text{ séc}^2 \delta \text{ séc}^2 z.$$

a représenterait une erreur due à l'ouïe, constante à toute déclinaison; b serait une erreur de vision, constante sur un grand cercle, et se reportant par suite sur l'angle horaire multipliée par sécδ; le dernier terme tient compte du trouble des images, qui augmente lorsque z grandit.

Plus récemment, M. Finlay a simplement adopté

$$\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \text{ séc } z \text{ séc}^2 \delta,$$

[1] *Ann. de l'Obs. de Bordeaux*, III, 1889.

en confessant toutefois que cette formule ne lui donne qu'une représentation imparfaite de l'erreur moyenne.

La formule

$$\varepsilon = a + b \text{ séc } \delta,$$

proposée par Liagre, demande des coefficients différents, suivant qu'il s'agit de la zone 0-80° de déclinaison, ou de la zone circompolaire 80-90°.

M. Rayet, après avoir essayé une formule à trois termes

$$\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \text{ séc}^2 \delta + c^2 \text{ séc}^4 \delta,$$

a dû l'abandonner comme insuffisante. Il s'est arrêté à une formule qui lui a été suggérée par l'analogie de la courbe de ses erreurs avec une hyperbole équilatère :

$$\varepsilon = \frac{b + ax}{x},$$

x étant la distance polaire de l'étoile. Cette formule ne s'applique pas aux déclinaisons négatives, et ne remplit qu'imparfaitement son but.

Aucune des formules que je viens de citer n'est apte à représenter d'une façon tant soit peu satisfaisante les valeurs du Tableau IV. Revenant à l'expression de Robinson et de Pape, j'ai adopté, pour l'intervalle où l'influence de z est nulle, un terme croissant comme *séc* δ, et j'ai admis que l'autre partie de l'erreur pouvait varier entre certaines limites du pôle à l'équateur, et comprendre, outre le terme constant, un autre terme variable avec δ entre 0 et une certaine valeur.

Je me suis arrêté à la formule que voici :

$$\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \sin^2 \frac{\delta}{2} + c^2 \text{ séc}^2 \delta.$$

Pour tenir compte de la distance zénithale, j'ai employé un facteur représenté par une exponentielle de la forme

$e^{d \tan z}$ (e base des logarithmes népériens) et affectant l'ensemble des termes précédents.

Finalement, j'arrive à la formule suivante, applicable au Tableau IV,

$$\varepsilon^2 \cos^2\delta = \left\{ \left(\overline{6,1}^2 + \overline{9,7}^2 \sin^2\frac{\delta}{2} \right) \cos^2\delta + \overline{2,3}^2 \right\} e^{0,048 \tan z},$$

qui a servi à calculer les valeurs $\varepsilon \cos \delta_c$ de ce Tableau.

Les écarts *(o–c)* sont faibles et de l'ordre des incertitudes que présentent les valeurs déduites de l'observation : peut-être existe-t-il un léger désaccord pour les circompolaires. En somme, on estimera la représentation fort satisfaisante, si l'on remarque qu'il s'agit de déterminations faites dans toute l'étendue du méridien, d'un horizon à l'autre.

Il faut toutefois faire remarquer que, à notre latitude, *sécδ* reste relativement faible au voisinage de l'horizon; or il résulte du Tableau III (p. 42) que le trouble des images ne fait pas croître l'erreur dans la même proportion à toutes les déclinaisons. Il est donc bien probable que pour appliquer la formule proposée aux observations faites sous les latitudes équatoriales, où le pôle est voisin de l'horizon, il sera nécessaire de considérer le terme d, facteur de $\tan z$ dans l'exposant de e, comme variable avec δ, dans des limites assez resserrées d'ailleurs.

22. La formule qu'on vient d'appliquer à l'erreur moyenne dans la méthode **Œ-O**, ne convient qu'imparfaitement à la méthode **E**. J'ai été conduit à préférer dans ce cas la suivante, qui ne diffère de la première que par l'exposant de $\sin\frac{\delta}{2}$ et qui donne une représentation plus satisfaisante:

$$\varepsilon'^2 = a'^2 + b'^2 \sin^4\frac{\delta}{2} + c'^2 \sec^2\delta.$$

Les Tableaux I (p. 37) et II (p. 41) sont, par suite, représentés comme suit : n indique, comme plus haut, le dixième du nombre de déterminations, $o-c$ est la différence entre la valeur résultant de l'observation et la valeur calculée ; P_v désigne le poids relatif $\frac{\varepsilon_0^2}{\varepsilon^2 \cos^2\delta}$, ε_0 étant l'erreur moyenne à la déclinaison o.

On pose

$$v = \cos\delta, \sin^2\frac{\delta}{2} = \frac{1-v}{2} \text{ et } \sec\delta = \frac{1}{v}.$$

TABLEAU I *bis*.

Petit instrument. Erreur moyenne calculée.

$$\varepsilon^2 \cos^2\delta = \left(\overline{7,1}^2 + \overline{10,0}^2 \sin^2\frac{\delta}{2}\right)\cos^2\delta + \overline{1,6}^2$$

$$\varepsilon'^2 \cos^2\delta = \left(\overline{4,6}^2 + \overline{24,0}^2 \sin^4\frac{\delta}{2}\right)\cos^2\delta + \overline{1,7}^2$$

sec δ	α-o				α			
	n	$\pm\varepsilon\cos\delta_c$	$(o-c)$	P_v	n'	$\pm\varepsilon'\cos\delta_c$	$(o-c)'$	P'_v
0,96	53	7,4	− 0,1	0,97	48	5,1	0,0	0,92
1,6	14	5,4	+ 0,2	1,8	14	4,4	+ 0,1	1,3
1,9	6	4,8	+ 0,1	2,3	6	4,2	− 0,3	1,4
3,3	13	3,2	− 0,2	5,1	13	3,4	+ 0,3	2,2
6,6	14	2,2	0,0	11	13	2,4	− 0,2	4,3
9,8	13	1,9	− 0,3	15	13	2,1	− 0,1	5,7
17,3	4	1,7	0,0	18	5	1,8	− 0,1	7
34,5	19	1,6	+ 0,1	20	14	1,7	− 0,1	8
68,0	6	1,6	− 0,1	20	4	1,7	+ 0,2	8

TABLEAU II *bis*.

Grand instrument. Erreur moyenne calculée.

$$\varepsilon^2 \cos^2 \delta = \left(\overline{7,1}^2 + \overline{10,0}^2 \sin^2 \frac{\delta}{2}\right) \cos^2 \delta + \overline{1,7}^2$$

$$\varepsilon'^2 \cos \delta = \left(\overline{3,9}^2 + \overline{22,0}^2 \sin^4 \frac{\delta}{2}\right) \cos^2 \delta + \overline{1,8}^2$$

séc δ	Œ-O				E			
	n	$\pm\varepsilon\cos\delta_c$	$(o-c)$	P_v	n'	$\pm\varepsilon'\cos\delta_c$	$(o-c)'$	P'_v
0,94	189	7,5	0,0	0,95	135	4,6	0,0	0,89
1,30	40	6,3	0,0	1,4	33	4,0	— 0,2	1,2
1,97	31	4,8	— 0,1	2,4	30	3,8	+ 0,2	1,3
3,00	36	3,5	+ 0,1	4,3	34	3,3	+ 0,1	1,7
4,6	26	2,8	— 0,2	7,1	12	2,7	— 0,1	2,5
6,8	9	2,3	+ 0,4	10	(3)	2,3	»	3,4
9,2	12	2,1	+ 0,1	12	10	2,1	+ 0,1	4,0
13,0	16	2,0	+ 0,2	14	11	2,0	+ 0,3	4,7
20,8	32	1,9	+ 0,1	15	28	1,9	— 0,1	5
32,2	36	1,8	0,0	16	26	1,8	+ 0,3	6
54,5	12	1,8	0,0	16	10	1,8	— 0,2	6

On voit que l'accord entre les valeurs calculées et les valeurs observées est fort satisfaisant, d'autant plus que certaines de ces dernières résultent d'un petit nombre d'observations.

Ce sont les valeurs régularisées de ces derniers Tableaux, qu'on utilisera lorsqu'il y aura lieu dans les discussions ultérieures.

L'erreur moyenne des déterminations faites à l'appareil de Greenwich[1], de $\frac{1}{v} = 0,67$ à $\frac{1}{v} = 4$, se laisse représenter par la formule

$$\pm v\varepsilon' = 0^s,032 + 0^s,020\, v.$$

[1] *M. Not.*, novembre 1887, p. 6.

A l'Observatoire de Leyde, on a obtenu en moyenne[1] :

MÉTHODE	$\frac{1}{v}$	$v\,\varepsilon$
E	1	± 5,4
Œ-O	9	± 3,0
—	25	± 2,2
—	44	± 1,9

[1] V. DE S. BAKHUYZEN, *l. c.*, p. 31.

CHAPITRE IV

VALEURS ABSOLUES DE L'ÉQUATION PERSONNELLE

33. Les Tableaux suivants contiennent les diverses valeurs e de l'équation personnelle, telles qu'elles ont été fournies par l'appareil.

On indiquera d'abord tout ce qui est relatif aux étoiles de grandeur normale. La grandeur normale adoptée est la 4-5ᵉ pour le petit instrument, 5-6ᵉ pour le grand instrument.

Chaque valeur est la moyenne d'une série de déterminations faites dans un intervalle de temps relativement court, un quart d'heure au plus. L'erreur moyenne accidentelle dépend du nombre n de déterminations et de la qualité I des images. On a admis que la précision est proportionnelle au produit nI : le poids de chaque valeur isolée a été pris égal à $N = 0{,}2\,In$. Cela revient à admettre que de $I = 3$ à $I = 4$, par exemple, la précision varie dans le rapport de 1 à 4/3. Le Tableau III (p. 42) indique que ce rapport n'est pas constant et peut varier entre 1,2 et 1,8 suivant la déclinaison et suivant la méthode. Mais le procédé simple et uniforme auquel on s'est arrêté a paru suffisant.

D'autant plus que dans un groupe de valeurs semblables obtenues à des époques diverses, il y a lieu de se préoccuper des variations dues à la différence des conditions physiologiques de l'observateur. Ces variations peuvent être considérées comme systématiques dans une série de déterminations

obtenues, comme celles dont on donne les résultats moyens, en moins de 15 minutes; elles prennent un caractère accidentel dans un groupe de résultats répondant à des époques différentes.

Si on désigne par ε_0 la variation moyenne de l'équation personnelle et par ε_n l'erreur moyenne d'une valeur correspondant à un poids $N = 0,2\,nI$, cette valeur doit être considérée dans son groupe comme affectée d'une erreur E telle que

$$E^2 = \varepsilon_0^2 + \varepsilon_n^2.$$

Un coup d'œil jeté sur les groupes se rapportant à la vitesse équatoriale, lesquels contiennent le plus de résultats distincts, suffit pour montrer que ε_0 a une valeur de $0^s,02$ à $0^s,03$, atteignant presque la moitié de l'erreur ε d'une détermination isolée. La valeur de $\varepsilon_n = \frac{\varepsilon}{\sqrt{N}}$ serait donc faible relativement à ε_0, et il semble que le poids à faire correspondre à E devrait être presque indépendant du nombre n de déterminations; en adoptant $4\varepsilon_0^2 = \varepsilon^2$, le poids cherché serait en effet inversement proportionnel à

$$\frac{1}{N} + \frac{1}{4}$$

et varierait à peine, qu'on prenne, par exemple, 20 ou 100 déterminations.

Cependant on doit remarquer que si on divise en 5 séries partielles une série de 100 pointés, il peut arriver que l'écart systématique de chacune s'élimine, au moins en partie, dans la moyenne des cinq résultats partiels. Aussi a-t-il paru plus juste de rendre l'influence de ε_0 un peu moins prépondérante, et on a adopté pour le calcul des poids dans un groupe relatif à une même vitesse v, l'expression :

$$\frac{1}{p_v} = 10\left[\frac{1}{N} + \frac{1}{20}\right], \text{ d'où } p_v = \frac{0,1\,N}{1 + \frac{N}{20}}.$$

Ainsi dans le cas de $I = 5$, les poids sont : 1 pour $n = 20$, 1,5 pour $n = 60$, 1,7 pour $n = 100$. Dans le cas de $I = 4$, les poids sont : 1 pour $n = 25$, 1,4 pour $n = 60$ et 1,6 pour $n = 100$, etc.

Il faut remarquer que l'erreur de l'unité de poids varie avec v. Dans l'impossibilité de la calculer pour chaque vitesse, nous admettrons qu'elle est directement proportionnelle à l'erreur moyenne d'une observation de passage. C'est l'hypothèse la plus naturelle, et nous verrons plus loin qu'elle est justifiée par les recherches se rapportant au grand instrument.

De telle sorte que si ε_0 est l'erreur moyenne d'un passage équatorial, ε_v la même erreur à une vitesse v, E_0 et E_v les valeurs correspondantes de l'unité de poids, P_v le rapport $\frac{\varepsilon^2_0}{v^2\,\varepsilon^2_v}$, on aura :

$$E_v = E_0 \frac{\varepsilon_v}{\varepsilon_0} = \frac{E_0}{v} \frac{1}{\sqrt{P_v}}$$

L'erreur moyenne d'un résultat de poids p_v aura donc pour valeur :

$$E = E_v \frac{1}{\sqrt{p_v}} = \frac{E_0}{v} \frac{1}{\sqrt{p_v P_v}}.$$

I. Petit Instrument méridien

24. Les déterminations avec cet instrument ont été faites, ainsi qu'il a été dit, dans la grande chambre noire ; elles doivent donc être considérées comme correspondant à des observations de nuit.

Le sens du déplacement sera désigné par D pour le sens direct, — de droite à gauche, et par I pour le sens inverse — de gauche à droite.

TABLEAU V

Petit instrument. Étoiles de 4-5 gr.; I = 5; Gross. 70.

DATES	$\frac{1}{v}$	SENS	CE-O			E		
			e	n	p_v	e'	n'	p'_v
90 Août 16	0,91	D	— 30	83	1,6	— 8	56	1,5
— 16	0,91		— 31	71	1,6	— 11	56	1,5
— 18	0.93		— 35	86	1,6	— 13	64	1,5
— 20	1,00		— 31	42	1,3	— 7	56	1,5
Déc. 4	1,01		— 28	41	1,3	— 11	58	1,5
— 4	1,01		— 29	44	1,3	— 12	63	1,5
	0,95		— 31		8,7	— 10		9,0
Août 19	0,93	I	— 24	94	1,7	— 5	128	1,7
— 16	1,62	D	— 26	64	1,5	— 12	64	1,5
— 18	1,62		— 34	72	1,6	— 12	72	1,6
	1,62		— 30		3,1	— 12		3,1
— 19	1,88	I	— 20	64	1.5	— 6	61	1,5
— 20	3,27	D	— 22	64	1,5	— 6	45	1,4
— 20	3,36	I	— 5	64	1,5	+ 7	80	1,6
— 21	6,5	D	— 8	63	1,5	— 8	62	1,5
— 21	6,7	I	0	77	1,6	— 8	64	1,5
Nov. 23	10,0	D	+ 3	48	1,4	— 17	46	1,4
— 22	9,8	I	+ 19	51	1.4	— 8	58	1,5
— 23	9,7		+ 7	26	1 1	0	27	1,1
	9,8		+ 14		2,5	— 5		2,6
— 21	17,3	I	+ 78	40	1,3	+ 39	48	1.4
— 23	35,0	D	+ 7	94	1,7	— 30	65	1.5
— 21	34,1	I	+ 68	87	1.6	+ 45	71	1.6
— 21	68,2	I	+ 160	43	1.4	+ 160	22	1,0
— 22	68,0		+ 210	22	1,0	+ 160	21	1,0
	68,1		+ 180		2.4	+ 160		2,0

Il importe de faire remarquer que mon équation s'est retrouvée à peu près la même, à la vitesse équatoriale, après un intervalle de quatre mois consacré à de nombreuses déterminations au grand instrument.

25. Afin de bien faire ressortir les variations dues aux changements de vitesse, nous allons comparer chaque valeur e_v relative à une vitesse v, à la valeur e_0 correspondant à $v = 1$ et au sens direct. Les différences $\Delta e = e_v - e_0$ représentent donc la correction à appliquer aux différences d'ascension droite rapportées aux étoiles équatoriales. Nous admettrons comme valeurs exactes :

$$e_0 = -0^s,31, \qquad e_0' = -0^s,10.$$

L'erreur moyenne E d'un résultat est calculée par la formule donnée plus haut :

$$E = \frac{E_0}{v} \frac{1}{\sqrt{p_v P_v}},$$

en admettant

$$E_0 = \pm 0^s,03 \ (\text{Œ-O}), \qquad E' = \pm 0^s,02 \ (\text{E}),$$

valeurs qu'on a été conduit à adopter pour les déterminations faites au grand instrument (V. p. 66).

On donne également le produit $v\,\Delta e$, qui est l'analogue d'une différence d'ascension droite rapportée à l'équateur ($\Delta\alpha \cos\delta$), et qui permet de se faire une idée plus exacte des écarts relatifs aux circompolaires.

TABLEAU VI

séc δ	Œ-O					
	D			I		
	Δe	E	Δe cos δ	Δe	E	Δe cos δ
1,0	0	± 1	0	+ 7	± 2	+ 7
1,8	+ 1	± 2	+ 1	+ 11	± 3	+ 7
3,3	+ 9	± 4	+ 3	+ 26	± 4	+ 8
6,6	+ 23	± 5	+ 3,5	+ 31	± 5	+ 4,7
9,9	+ 34	± 6	+ 3,4	+ 45	± 5	+ 4,5
17,3	»	»	»	+ 109	± 11	+ 6,8
34,5	+ 38	± 18	+ 1,1	+ 99	± 18	+ 2,9
68	»	»	»	+ 310	± 29	+ 4,6

séc δ	E					
	D			I		
	Δ'e	E	Δ'e cos δ	Δ'e	E	Δ'e cos δ
1	0	± 1	0	+ 5	± 2	+ 5
1,8	— 2	± 2	— 1	+ 4	± 3	+ 3
3,3	+ 4	± 4	+ 1	+ 17	± 4	+ 5
6,6	+ 2	± 5	+ 0,3	+ 2	± 5	+ 0,3
9,9	— 7	± 7	— 0,7	+ 5	± 5	+ 0,5
17,3	»	»	»	+ 49	± 11	+ 2,8
34,5	— 20	± 20	— 0,6	+ 55	± 19	+ 1,6
68	»	»	»	+ 170	± 34	+ 2,5

En *sens direct*, le nombre des observations aux vitesses circompolaires est trop restreint pour qu'on puisse se prononcer avec certitude sur les variations tenant à la déclinaison. Toutefois, on voit que, pour la méthode Œ-O, Δe croît progressivement, et tend vers une constante voisine

de $0^s,3$, c'est-à-dire de e_0; l'équation personnelle serait donc nulle au voisinage du pôle. Pour la méthode **E**, les valeurs de Δe n'excèdent pas l'erreur moyenne; les variations sont donc sensiblement nulles.

En *sens inverse*, on constate d'abord, à la vitesse 1, un changement bien accusé de $+0^s,07$ (**Œ-O**) et $+0^s,05$ (**E**). La variation croît avec la déclinaison et tend vers

$$+0^s,04 \text{ séc}\delta \text{ (Œ-O)} \quad \text{et} \quad +0^s,02 \text{ séc}\delta \text{ (E)}.$$

Il y a, comme on voit, une différence très marquée entre les valeurs se rapportant à chaque sens de déplacement. Il faut en voir la cause dans l'épaisseur angulaire des fils, qui est à peu près de $0^s,20$: une erreur de quelques centièmes dans la position estimée de l'axe du fil n'a rien de surprenant.

La détermination de la constante **n**, qui représente l'inclinaison de l'axe instrumental sur l'équateur, exige une correction personnelle égale à $\Delta \mathbf{n} = \Delta e \cot \delta$, ou sensiblement $\Delta \mathbf{n} = \Delta e \cos \delta$ (δ, déclinaison de l'étoile circompolaire). On voit que $\Delta \mathbf{n}$ peut varier avec le sens du déplacement, c'est-à-dire avec la culmination de l'étoile.

Reportée sur l'azimut, la correction est $\Delta a = -\Delta \mathbf{n} \text{ séc}\, \varphi$ (φ, latitude). C'est ainsi que dans la détermination de la différence de longitude Leyde-Paris, les observateurs ont été conduits à faire à leurs déterminations respectives d'azimuts les corrections systématiques $\pm 0^s,037$ et $\pm 0^s,055$, le signe — se rapportant au passage supérieur (sens I), et le signe + au passage inférieur (sens D)[1].

Dans l'opération semblable entre Paris et Madrid, les observateurs ont pu constater que les valeurs de **n** obtenues par chacun, à la même époque et au même instrument, différaient entre elles au point de correspondre à un chan-

[1] H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN et BASSOT, *Détermination de la différence de longitude entre Leyde et Paris*, p. 14, 1889.

gement de $0^s,04$ dans les réductions des passages équatoriaux[1].

Envisagée à part, l'équation personnelle équatoriale e_0 se reporte sur la détermination de **n** avec une valeur $-e_0 \cot \delta$: cette correction peut être assez forte si l'orientation est demandée à des étoiles comme ε *Petite Ourse*, 1 *H. Dragon*, etc., situées à 7 ou 8° du pôle, mais elle devient insensible à mesure qu'on s'en rapproche (α, λ *Petite Ourse*, etc.)[2].

Comme d'ailleurs, l'erreur accidentelle $\varepsilon \cos \delta$ diminue avec la distance polaire, il est donc toujours plus sûr de recourir pour l'orientation de la lunette méridienne aux étoiles les plus voisines du pôle.

II. Grand Instrument méridien

26. On a donné précédemment les indications concernant la lunette elle-même. Les différentes valeurs de l'équation personnelle sont groupées ci-après :

[1] Bassot et Estéban, *Dét. de la diff. de longitude entre Paris et Madrid*, p. 12, 1889.

[2] Il en est de même dans le cas de fortes flexions instrumentales. Soit par exemple v_0 la ligne sans collimation au pôle, v_0° à l'équateur ; la différence en temps Δt correspondant à $v_0 - v_0^\circ$, introduit dans **n** une erreur $\Delta \mathbf{n} = \Delta t \cot \delta$, variable avec la distance polaire. Des variations de cette sorte ont été constatées à Milan, à l'occasion des déterminations des différences de longitude Milan-Nice et Milan-Paris : les azimuts fournis par ε *Petite Ourse*, 7169, 1235 et 7178 *BAC*, ont été constamment plus forts que ceux déduits des autres polaires (*Annales de l'Observ. de Nice*, II, p. 92, 1887).

Si l'on remarque d'ailleurs que les déplacements de l'axe optique dus aux flexions ne se compensent pas nécessairement par le retournement de l'instrument, on trouvera pleinement justifiée la conclusion de MM. Bassot et Estéban :

« Il est préférable d'éliminer l'équation personnelle, comme nous l'avons fait, en pratiquant l'*échange des instruments et des observateurs*. »

TABLEAU VII

Grand instrument. Equation personnelle (étoile de 6e grandeur).

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	Œ·O			E		
					e	n	p_v	e'	n'	p'_v
				$\frac{1}{v} = 0,89$ à $1,02$						
90 Août 27	D	G_1	J	3	— 30	93	1,5	— 8	64	1,3
— 28				4	— 29	91	1,6	— 7	76	1,5
Sept 12				4,5	— 34	32	1,2	— 9	32	1,2
— 25				5	— 34	96	1,7	— 6	63	1,5
— 27				3	— 31	24	0,8	— 5	37	1,1
— 29				3	— 23	12	0,5	»	»	»
Oct. 27				4,5	— 30	84	1,6	— 5	57	1,4
— 29				5	— 26	24	1,1	— 7	32	1,2
— 30				4,5	— 31	40	1,3	»	»	»
— 31				5	— 27	46	1,4	»	»	»
Déc. 19				4,5	— 24	30	1,1	»	»	»
					— 29.9		13,8	— 6,7		9,2
Août 29	D	R	J	4	— 27	96	1,6	— 5	96	1,6
Sept. 8				4	— 30	32	1,1	— 8	32	1,1
— 10				2,5	»	»	»	— 11	60	1,2
— 19				4,5	— 25	40	1,3	— 4	48	1,3
— 26				4	— 32	30	1,1	— 3	16	0,8
Nov. 6				4	»	»	»	— 6	47	1,3
					— 28,6		5,1	— 6,2		7,3
Août 27	D	G_1	N	4	— 30	32	1,1	»	»	»
Sept. 12				4	— 34	32	1,1	— 16	32	1,1
— 25				5	— 35	40	1,3	— 15	69	1,6
— 26				4	— 26	32	1,1	— 10	30	1,1
— 30				2,5	— 29	34	0,9	— 8	24	0,8
Oct. 3				3,5	— 32	38	1,1	— 14	70	1,4
— 3				3,5	— 28	40	1,2	»	»	»
— 27				3,5	— 26	80	1,5	— 7	44	1.2
— 28				4	— 28	40	1,2	— 12	40	1,2
— 29				4,5	»	»	»	— 14	80	1,6
— 31				5	— 29	49	1,3	»	»	»
					— 30,4		11.8	— 12.4		10,0

TABLEAU VII *(suite)*.

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	Œ O			E		
					e	n	p_v	e'	n'	p'_v
$\frac{1}{v} = 0,89$ à $1,02$ *(suite)*										
91 Fév. 19	D	G_1	N	4	— 32	48	1,3	»	»	»
— 21				4	— 33	60	1,4	»	»	»
— 23				4,5	— 29	26	1,1	»	»	»
— 24				4,5	— 30	64	1,5	»	»	»
— 26				3,5	— 31	56	1,3	»	»	»
					— 31,0		6,6	»		»
90 Août 29	I	G_1	J	4,5	— 24	96	1,6	»	»	»
Sept. 19				4,5	— 23	32	1,2	— 9	27	1,1
Nov. 9				4,5	— 21	32	1,1	— 8	48	1,3
					— 22,8		3,9	— 8,4		2,4
Août 27	I	R	J	3	— 27	61	1,3	— 7	63	1,3
— 28				4	— 25	27	1,0	— 5	29	1,1
— 30				4,5	— 23	40	1,3	»	»	»
					— 25,1		3,6	— 6,1		2,4
Sept. 10	I	G_1	N	3	— 30	27	0,9	— 15	32	1,0
$\frac{1}{v} = 1,24$ à $1,30$										
Sept. 10	D	G_1	J	4	— 31	93	1,6	— 9	48	1,3
Août 30	D	R	J	2,5	— 30	48	1,1	— 5	96	1,4
Sept. 22				3	— 27	45	1,1	— 3	44	1,1
					— 28,5		2,2	— 4,1		2,5
Sept. 2	D	G_1	N	3,5	— 36	46	1,2	— 15	41	1,2
Août 30	I	G_1	J		— 27	48	1,1	— 7	71	1,3
Sept. 2	I	R	J	4	— 28	40	1,2	— 8	47	1,3

TABLEAU VII *(suite)*.

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	Œ-O			E		
					e	n	p_v	e'	n'	p'_v
				$\frac{1}{v} = 1,7$ à $2,2$						
90 Sept. 25	D	G_1	J	5	— 26	27	1,1	— 5	14	0,8
— 9	D	R	J	4	— 30	32	1,1	— 4	28	1,1
— 10				2,5	— 28	32	0,9	— 3	26	0,8
					— 29		2,0	— 4		1,9
Sept. 25	D	G_1	N	4,5	— 35	28	1,1	»	»	»
Oct. 31				4	— 27	40	1,2	— 11	40	1,2
					— 31		2,3	— 11		1,2
Août 30	I	G_1	J	3	— 27	32	1,0	— 6	30	1,0
Sept. 25	I	R	J	5	— 24	14	0,8	— 6	14	0,8
— 25				5	»	»	»	— 7	39	1,3
					— 24		0,8	— 7		2,1
— 9	I	G_1	N	4	— 23	32	1,1	— 13	57	1,4
				$\frac{1}{v} = 2,9$ à $3,1$						
Sept. 12	D	G_1	J	3	— 36	36	1,0	— 5	27	0,9
Nov. 6				5	— 28	47	1,4	— 7	48	1,4
					— 31		2,4	— 6		2,3
Sept. 11	D	G_1	N	3,5	— 29	72	1,4	— 15	69	1,4
Sept. 11	I	G_1	J	3,5	— 27	30	1,0	— 8	28	1,0
Nov. 7				5	— 13	48	1,4	— 11	48	1,4
					— 19		2,4	— 10		2,4
Sept. 12	I	R	J	3	— 34	36	1,0	— 11	36	1,0
Sept. 10	I	G_1	N	3	— 30	69	1,3	— 13	72	1,4
Nov. 8				4,5	— 21	48	1.4	— 9	48	1,4
					— 25		2,7	— 11		2,8

TABLEAU VII *(suite)*.

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	α-0			ε		
					e	n	p_v	e'	n'	p'_v
				$\frac{1}{v} = 4,5$ à $4,7$						
90 Sept. 5	D	G_1	J	4	— 26	38	1,2	»	»	»
— 6				3	— 28	21	0,8	— 14	24	0,8
					— 27		2,0	— 14		0,8
Sept. 17	D	R	J	3	— 28	23	0,8	— 10	21	0,8
Oct. 22				4	— 28	43	1,3	— 19	32	1,1
					— 28		2,1	— 15		1,9
Sept. 5	D	G_1	N	4	— 36	42	1,2	— 21	41	1,2
Oct. 22	I	G_1	J	3	»	»	»	— 18	25	0,9
Sept. 6	I	R	J	4	— 15	24	1,0	— 4	24	1,0
Sept. 16	I	G_1	N	3,5	— 27	24	0,9	— 23	24	0,9
Sept. 5	I	R	N	4	— 16	37	1,2	— 15	40	1,2
				$\frac{1}{v} = 6,9$ à $7,2$						
91 Fév. 27	D	G_1	N	4,5	— 30	28	1,1	»	»	»
90 Sept. 16	I	G_1	N	3,5	— 42	20	0,8	— 17	20	0,8
91 Fév. 27				4	— 17	29	1,1	»	»	»
					— 28		1,9			
				$\frac{1}{v} = 9,1$ à $9,3$						
91 Fév. 28	D	G_1	N	4,5	— 20	31	1,2	»	»	»
90 Sept. 4	I	G_1	N	4	— 19	64	1,4	— 35	52	1,3
91 Fév. 27				4	— 28	29	1,1	»	»	»
					— 23		2,5			

A partir de $\frac{1}{v} = 12$, nous donnons les valeurs de ve, au lieu de e.

TABLEAU VII

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	CE-O			E		
					ve	n	p_v	ve'	n'	p'
				$\frac{1}{v} = 12,1$ à $14,0$						
90 Sept. 3	D	R	J	4,5	»	»	»	+ 0,2	48	1,4
Sept. 17	D	G_1	N	3	+ 1,3	24	0,8	+ 0,6	23	0,8
91 Fév. 28				4,5	— 0,7	40	1,3	»	»	»
					0,0		2,1			
90 Sept. 3	I	G_1	J	4,5	+ 0,6	46	1,3	+ 0,9	36	1,2
Sept. 16	I	G_1	N	3	— 0,7	23	0,8	— 1,9	20	0,8
91 Fév. 27				4	— 1,2	45	1,3	»	»	»
					— 1,0		2,1			
				$\frac{1}{v} = 17$ à 22						
90 Sept. 3	D	G_1	J	4	+ 1,0	48	1,3	— 0,2	63	1,4
Sept. 16	D	R	J	2,5	+ 0,6	21	0,7	— 1,2	23	0,7
				4,5	+ 0,4	18	0,9	— 1,3	18	0,9
					+ 0,5		1,6	— 1,3		1,6
Sept. 6	D	G_1	N	4	+ 1,2	32	1,1	+ 0,1	32	1,1
91 Fév. 28				4,5	0,0	29	1,1	»	»	»
					+ 0,6		2,2			
90 Sept. 16	I	G_1	J	2 5	+ 2,0	24	0,7	+ 0,6	24	0,7
Oct. 8				4,5	+ 0,1	46	1,3	— 1,1	48	1,3
					+ 0,8		2,0	— 0,5		2,0
Sept. 4	I	G_1	N	4	+ 1,3	32	1,1	— 0,3	32	1,1
91 Fév. 27				4	+ 0,1	30	1,1	»	»	»
					+ 0,7		2,2			

TABLEAU VII₂ *(suite)*

DATE	SENS	OCULAIRE	JOUR OU NUIT	I	Œ-O			E		
					ve	n	p_v	ve'	n'	p_v'
				$\frac{1}{v} = 29$ à 33						
90 Nov. 6	D	G_1	J	5	+ 1,2	24	1,1	— 0,3	24	1,1
Sept. 16	D	R	J	2,5	— 0,2	30	0.9	— 0,7	32	0,9
Nov. 3				4,5	0,0	39	1,3	»	»	»
					— 0,1		2,2			
Sept. 17	D	G_1	N	3	+ 1,6	22	0,8	+ 1,7	21	0,8
Sept. 13	I	G_1	J	3	+ 1,1	15	0,6	»	»	»
Sept. 13	I	G_1	N	4,5	+ 1,5	44	1,3	— 0,3	44	1,3
— 15				3,5	+ 2,2	29	1,0	+ 1,8	29	1,0
— 16				3	— 0,1	42	1,1	— 0,7	44	1,1
Oct. 10				3,5	— 0,6	32	1,0	+ 0,6	32	1,0
					+ 0,8		4,4	+ 0,3		4,4
Nov. 6	I	R	N	5	+ 1,0	23	1,1	+ 1,0	24	1,1
				$\frac{1}{v} = 50$ à 57						
Sept. 18	D	G_1	N	3,5	+ 0,4	30	1,0	+ 1,2	27	1,0
Sept. 13	I	G_1	N	4	— 1,2	28	1,1	— 1,3	31	1,1
— 18				3	+ 2,2	30	1,1	»	»	»
Oct. 11				4	— 1,9	48	1,3	+ 0,8	47	1,3
— 18				3	»	»	»	+ 1,1	32	1,0
					— 0,4		3,5	+ 0,2		3,4

Le petit chariot a été utilisé à partir de $\frac{1}{v} = 4$.

Pour un sens déterminé du déplacement apparent de l'étoile artificielle, les oculaires G_1 (ordinaire, grossisse-

ment 130) et R (terrestre, gr. 115) correspondent à des déplacements de sens inverse du chariot porte-mire. Or, il est facile de reconnaître que les déterminations obtenues avec chacun de ces oculaires ne présentent pas de discordance systématique. Dans la discussion des résultats, nous réunirons donc les valeurs relatives à G_1 et R.

27. Le nombre de déterminations distinctes, à la vitesse voisine de 1, est suffisamment grand pour qu'on puisse se rendre compte des fluctuations de l'équation personnelle. On ne trouve pas de variation réguliére du commencement à la fin des opérations. Jusqu'au 15 octobre, j'ai ignoré complètement, à dessein, quelle pouvait être la valeur de mon équation; plus tard, lorsque je l'ai connue, mon mode d'estime est resté le même, contrairement à ce qui était arrivé à M. Wolf, dont la correction personnelle est tombée en peu de temps de $+ 0^s,3$ à $+ 0^s,1$*. Et après plus de deux mois d'interruption dans l'usage de l'appareil à équation, je n'ai eu à constater aucun changement, comme le montrent les deux séries de déterminations (vitesse équatoriale) effectuées d'août à octobre d'une part, en février d'autre part. Je suis donc en droit d'admettre que durant toute la période de mes recherches, mon équation est restée constante, sauf les variations accidentelles imputables à l'état physiologique de l'observateur.

28. *Erreur moyenne de l'unité de poids; erreur moyenne des résultats.* — La recherche de l'erreur E_v de l'unité de poids est facile en ce qui concerne la vitesse équatoriale. Pour les autres vitesses, le nombre des valeurs de chaque groupe est trop restreint et ne se prête pas à cette recherche. Toutefois l'examen des déterminations relatives aux vitesses circompolaires, depuis $\frac{1}{v} = 17$, ne montre aucune variation appréciable en rapport avec I ou D, J ou N; il est donc permis de

* C. Wolf, *l. c.*, p. 188.

baser le calcul de E_v sur l'ensemble des valeurs se rapportant sensiblement à la même vitesse : on a opéré sur deux séries. Voici les résultats obtenus et leur comparaison à l'erreur moyenne ε_v d'un passage.

$\frac{1}{v}$	SENS	JOUR OU NUIT	Œ-O				E			
			Σp	$\pm v E_v$	$\pm v\varepsilon_v$	$\frac{E_v}{\varepsilon_v}$	$\Sigma p'$	$\pm v E'_v$	$\pm v\varepsilon'_v$	$\frac{E'_v}{\varepsilon'_v}$
0,94	D	J	18,9	3,1	7,5	0,41	16,5	2,1	4,6	0,46
	D	N	18,4	2,7		0,36	10,0	2,9		0,63
	I	J	7,5	1,8		0,24	4,8	1,6		0,36
17,3	»	»	9,3	0,6	1,7	0,35	7.2	0,6	1,8	0,33
34,5	»	»	10,3	0 9	1,6	0,60	8,3	0,9	1,7	0,53
MOYENNE PONDÉRÉE. . . .						0,40				0,48

Autant que le permette l'incertitude de ces déterminations, on peut admettre que E_v est proportionnelle à ε_v : c'est l'hypothèse que l'on a adoptée en discutant les résultats obtenus avec le petit méridien.

Il est intéressant de mettre en regard du Tableau précédent celui qui résulte des déterminations d'équation personnelle faites à l'appareil de Leyde par trois observateurs[1].

$\frac{1}{v}$	MÉTHODE	$\pm v E_v$	$\pm v \varepsilon_v$	$\frac{E_v}{\varepsilon_v}$
1	E	2,5	5.4	0,46
9	Œ-O	1,3	3,0	0,43
25	—	1,2	2,2	0,55
44	—	1,2	1,9	0,63

Bien que les poids n'aient pas été estimés tout à fait de la même façon que les nôtres, on voit que E_v est avec ε_v dans un rapport sensiblement constant.

Nous avons vu que pour un passage équatorial

$$\varepsilon_0 = \pm 7{,}3, \qquad \varepsilon'_0 = \pm 4{,}3.$$

[1] V. DE S. BAKHUYZEN, *l. c.*, p. 31.

Il en résulte qu'à la vitesse 1, on a pour erreurs de l'unité de poids

$$E_0 = \pm 7{,}3 \times 0{,}40 = \pm 2{,}9,$$
$$E'_0 = \pm 4{,}3 \times 0{,}48 = \pm 2{,}1.$$

En nombres ronds, nous adoptons

$$E_0 = \pm 3, \qquad E'_0 = \pm 2.$$

De telle sorte qu'une détermination à la vitesse v, de poids p_v, aura pour erreur moyenne :

$$E = \pm \frac{3}{v} \frac{1}{\sqrt{p_v P_v}}, \qquad E' = \pm \frac{2}{v} \frac{1}{\sqrt{p'_v P'_v}}.$$

Les valeurs de P_v et P'_v sont données dans le Tableau II bis.

C'est ainsi qu'ont été calculées les erreurs moyennes contenues dans les Tableaux suivants, qui résument le Tableau VII.

TABLEAU VIII.

$\frac{1}{v}$	α-o							
	D				I			
	J		N		J		N	
	e'	E	e	E	e	E	e	E
0,94	— 29,6	± 0,7	— 30,6	± 0,7	— 23,9	± 1,0	— 30,0	± 3,2
1,30	— 29,5	1,7	— 36,0	3,0	— 27,5	2,2	»	»
1,97	— 28	2,0	— 31	2,4	— 26	2,3	— 23	3,6
3,0	— 31	2,6	— 29	3,5	— 23	2,3	— 25	2,6
4,6	— 28	± 3	— 36	5	— 15	± 5	— 21	3
6,8	»	»	— 30	6	»	»	— 28	5
9,2	»	»	— 20	± 7	»	»	— 23	± 5
	e		E		e		E	
13,0	+ 1		± 8		— 5		± 6	
20,8	+ 12		7		+ 17		8	
32,2	+ 19		12		+ 26		10	
54,5	+ 22		± 41		— 22		± 22	

TABLEAU VIII₂

$\frac{1}{v}$	E							
	D				I			
	J		N		J		N	
	e'	E'	e'	E'	e'	E'	e'	E'
0,94	— 6,5	± 0,5	— 12,4	± 0,6	— 7,2	± 0,9	— 15,0	± 2,0
1,30	— 5,8	1,3	— 15,0	2,2	— 7,5	1,5	»	»
1,97	— 4	2,0	— 11	3,1	— 7	1,9	— 13	2,8
3,0	— 6	3,1	— 15	3,8	— 10	2,6	— 11	2,7
4,6	—15	± 4	— 21	± 5	— 10	± 4	— 19	4
6,8	»	»	»	»	»	»	— 17	8
9,2	»	»	»	»	»	»	— 35	± 9
	e'		E'		e'		E'	
13,0	+ 10		± 8		— 5		± 9	
20,8	— 10		9		— 8		10	
32,2	+ 3		15		+ 13		12	
54,5	+ 65		± 44		+ 11		± 26	

Il est maintenant facile de former les Tableaux qui indiquent les changements de l'équation personnelle du sens D au sens I, ou du jour à la nuit.

29. *Variation avec le sens du déplacement apparent.*

TABLEAU IX₁

$\frac{1}{v}$	Œ-o — Δe (I—D)		
	J	N	MOYENNE
0,94	+ 5,7 ± 1,2	+ 0,6 ± 3,3	+ 5,1 ± 1,1
1,30	+ 2,0 ± 2,8	»	+ 2,0 ± 2,8
1,97	+ 2 ± 3	+ 8 ± 4	+ 4 ± 3
3,0	+ 8 ± 3	+ 4 ± 4	+ 6 ± 3
4,6	+ 13 ± 6	+ 15 ± 6	+ 14 ± 4
6,8	»	+ 2 ± 8	+ 2 ± 8
9,2	»	— 3 ± 9	— 3 ± 9

TABLEAU IX₂

$\frac{1}{v}$	E — $\Delta e'$ (I—D)		
	J	N	MOYENNE
0,94	— 0,7 ± 1,0	— 3,4 ± 2,1	— 1,2 ± 0,9
1,30	— 1,7 ± 2,0	»	— 1,7 ± 2,0
1,97	— 3 ± 3	— 2 ± 4	— 3 ± 2
3,0	— 4 ± 4	+ 4 ± 5	— 1 ± 3
4,6	+ 5 ± 5	+ 2 ± 7	+ 3 ± 4
6,8	»	»	»
9,2	»	»	»

En ce qui concerne les autres circompolaires, il est facile de s'assurer (Tableaux VIII), que les écarts sont moindres que leur indétermination.

Le Tableau IX₂ montre que, dans la méthode **E**, la différence $\Delta e'$ (I—D) est de même ordre que l'erreur accidentelle : on peut donc admettre qu'il n'y a pas de variation de l'équation personnelle avec le sens.

Au contraire, dans la méthode **Œ** - **O**, on constate un écart systématique nettement accusé, qui n'est inférieur à son erreur moyenne qu'à partir de $\frac{1}{v} = 5$ environ.

Des déterminations directes ont été faites sur le ciel en observant chaque étoile, moitié avec l'oculaire G_1, moitié avec l'oculaire R, en commençant alternativement par l'un ou l'autre. On a obtenu, par 50 étoiles observées à 8 : 8 fils, d'octobre 1889 à février 1890 :

$$\Delta e\,(\mathrm{I}-\mathrm{D}) = +\,3{,}7 \pm 0{,}6 \qquad (\text{séc}\,\delta = 1{,}04),$$

c'est-à-dire que les temps observés sont plus faibles dans le sens I que dans le sens D.

7 étoiles zénithales observées avec l'oculaire G_1 dans

deux positions de l'observateur, tête au Nord ou tête au Sud, ont donné

$$\Delta e\,(\mathrm{I}-\mathrm{D}) = +\,4 \pm 1 \qquad (\text{séc}\,\delta = 1{,}4).$$

Pour les circompolaires, on a obtenu en observant alternativement avec G_1 ou R (de janvier à juillet 1890) :

NOM	séc δ	Δe (I-D) cos δ	n
λ P. O.	55	— 0,1	2
α P. O.	45	— 0,3	6
α P. O. (PI)	45	+ 0,1	4
51 Hév.	21	+ 0,4	3
δ P. O.	17	+ 0,0	2
MOYENNE. . . .		0,0	

n indique le nombre de comparaisons par 10 : 10 pointés.

Tous ces résultats concordent suffisamment bien avec ceux qu'ont donnés les observations artificielles.

Nous adopterons pour celles-ci :

séc δ	δ	Δe (I-D)
1 à 5	0 à 78°	+ 5
7	82°	+ 3
> 9	84 à 90°	0

M. Wolf avait trouvé

$$(\text{Œ}-\text{O}) \qquad \Delta e\,(\mathrm{I}-\mathrm{D}) = +\,4 \qquad (\text{séc}\,\delta = 1).$$

A Greenwich, sur cinq observateurs ayant fait usage de l'appareil à équation, par la méthode **E**, un seul a son équation affectée d'une manière sensible, — 0ˢ,04 à — 0ˢ,06. Les observations célestes sur circompolaires avec un prisme à réversion ne révèlent aucun écart marqué [*V. Greenwich Observations* 1887 et 1888].

A Leyde, la méthode **E** n'a été étudiée que dans le sens D. Pour la méthode **Œ-O**, les observateurs ont conclu de l'ensemble des déterminations faites de $\frac{1}{v} = 4{,}6$ à $\frac{1}{v} = 44$ que le sens du mouvement apparent n'a pas d'influence.

Ces résultats semblent indiquer que les variations dues au changement de sens ont un caractère accidentel eu égard à la généralité des observateurs.

30. *Variation de l'équation personnelle de la nuit au jour*

TABLEAU X

Δe (J — N)

$\frac{1}{v}$	Œ-O		
	D	I	MOYENNE
0,94	+ 1,0 ± 0,9	+ 6,1 ± 3,4	+ 1,4 ± 0,8
1,30	+ 6 ± 4	»	+ 6 ± 4
1,97	+ 3 + 3	— 3 ± 4	0 ± 3
3,0	— 2 ± 4	+ 2 ± 3	0 ± 3
4,6	+ 8 ± 5	+ 6 ± 6	+ 7 ± 4

$\frac{1}{v}$	E		
	D	I	MOYENNE
0,94	+ 5,9 ± 0,8	+ 7,8 ± 2,2	+ 6,1 ± 0,7
1,30	+ 9 ± 3	»	+ 9 ± 3
1,97	+ 7 ± 4	+ 6 ± 3	+ 6 ± 3
3,0	+ 9 ± 5	+ 1 ± 4	+ 4 ± 3
4,6	+ 6 ± 6	+ 9 ± 5	+ 8 ± 4

On voit que l'écart considéré est sensiblement nul dans la méthode **Œ-O**, tandis que la méthode **E** accuse une différence bien marquée.

Nous admettrons que la valeur de $\Delta' e$ (J — N), méthode **E**, reste constante à $+0^s,06$ jusqu'à $\frac{1}{v} = 5$ et s'annule, comme Δe (I — D) pour la méthode **Œ-O**, à partir de $\frac{1}{v} = 9$.

C'est la première fois, croyons-nous, qu'une variation de cette nature est signalée. Au point de vue de la détermination des ascensions droites absolues, cette constatation ne manque pas d'importance.

31. *Variation de l'équation personnelle avec la déclinaison.*

Afin de rendre comparables toutes les déterminations, nous avons corrigé celles qui se rapportent soit au sens I, soit au jour, en tenant compte des écarts $\Delta' e$ (J — N) et Δe (I — D) trouvés ci-dessus, et nous les avons fait concourir à la formation du Tableau suivant, qui doit être considéré comme exclusivement applicable aux passages *d'étoiles de 5e à 6e grandeur, observés la nuit, dans le sens direct.* Nous donnons en même temps les différences Δe par rapport à la vitesse équatoriale, en prenant

$$e_0 = -0^s,30, \qquad e'_0 = -0^s,13^*.$$

On remarquera que jusqu'à $\frac{1}{v} = 7$, les variations Δe sont à peu près de l'ordre de leur erreur moyenne : elles peuvent donc être considérées comme nulles. D'autre part, à partir de $\frac{1}{v} = 20$, la valeur de e est de signe variable et l'excès sur l'erreur moyenne ne dépasse pas $0'',05$ sécd; il ne paraît pas possible de répondre d'une aussi faible quantité : aussi admettra-t-on comme nulle l'équation personnelle dans cette région.

On est donc amené à adopter comme écarts avec la valeur équatoriale les nombres inscrits dans la colonne $\Delta_0 e$: en regard se trouvent répétées les corrections à appliquer à ces nombres lorsque l'observation a lieu en sens inverse, **Œ-O**, ou pendant le jour, **E**.

* $e'_0 - e_0 = +0^s,17$. Le 30 janvier, 8 étoiles observées moitié par chaque méthode ont donné $e'_0 - e_0 = +0^s,15 \pm 0^s,015$: l'accord est satisfaisant.

TABLEAU XI

$\frac{1}{v}$ = séc δ	α-O			
	e	Δe	$\Delta_0 e$	Δe (I-D)
0,94	— 30 ± 0,4	0	0	+ 5
1,30	— 32 ± 1,2	— 2	0	+ 5
1,97	— 30 ± 1,3	0	0	+ 5
3,0	— 29 ± 1,3	+ 1	0	+ 5
4,6	— 28 ± 2	+ 2	0	+ 5
6,8	— 31 ± 4	— 1	0	+ 3
9,2	— 22 ± 4	+ 8	+ 8	+ 0
13,0	— 3 ± 5	+ 27	+ 27	+ 0
20,8	+ 13 ± 5	+ 43	+ 30	+ 0
32,2	+ 22 ± 8	+ 52	+ 30	+ 0
54,5	— 11 ± 19	+ 19	+ 30	+ 0

$\frac{1}{v}$ = séc δ	E			
	e'	$\Delta' e$	$\Delta'_0 e$	$\Delta' e$ (J-N)
0,94	— 13 ± 0,3	0	0	+ 6
1,30	— 13 ± 0,9	0	0	+ 6
1,97	— 12 ± 1,2	+ 1	0	+ 6
3,0	— 14 ± 1,5	— 1	0	+ 6
4,6	— 19 ± 2	— 6	0	+ 6
6,8	— 17 ± 8	— 4	0	+ 4
9,2	— 35 ± 8	— 22 *	+ 5	+ 0
13,0	+ 1 ± 6	+ 14	+ 13	+ 0
20,8	— 10 ± 7	+ 3	+ 13	+ 0
32,2	+ 10 ± 9	+ 23	+ 13	+ 0
54,5	+ 22 ± 21	+ 35	+ 13	+ 0

Le 3 octobre, une série de déterminations a été faite à la vitesse 2. Par rapport aux déterminations équatoriales obtenues le même jour, on a trouvé :

$$\Delta e = -0^s,04 (64:38 \text{ pass.}); \quad \Delta' e = -0^s,01 (64:70).$$

* Cette valeur ne résulte que d'une seule série.

Le changement est presque nul.

Ainsi mon équation est sensiblement constante jusqu'à 82° de déclinaison (sécδ = 7).

Ce sont les étoiles équatoriales dont les passages servent de base à la détermination des ascensions droites. Par conséquent les $\Delta_0 e$ de ce Tableau représentent les corrections à appliquer aux ascensions droites obtenues à chaque déclinaison : il va sans dire qu'il faut aussi, lorsqu'il y a lieu, tenir compte des écarts :

$$\Delta e(\mathrm{I}-\mathrm{D}) \quad \text{ou} \quad \Delta' e(\mathrm{J}-\mathrm{N}).$$

Je me suis occupé à différentes reprises de la détermination des ascensions droites absolues des étoiles polaires[1]. En admettant que le Tableau précédent soit applicable à mes observations des cinq dernières années, c'est une correction de $+0^s,30$ que devraient recevoir la plupart des déterminations que j'ai publiées.

Comme points de comparaison, je vais rapporter les valeurs de l'équation personnelle obtenues à diverses déclinaisons par un certain nombre d'observateurs.

APPAREIL DE GREENWICH, E.

$\frac{1}{v}$	H.T	A.D	T	L	H
1	+ 7	— 6	+ 8	0	— 26
1,4	+ 10	— 5	+ 11	0	— 26
2	+ 12	— 4	+ 16	+ 1	— 32
3,7	»	— 5	+ 11	+ 8	— 46

APPAREIL DE LEYDE

	E.				Œ-O.	
$\frac{1}{v}$	E.B	J.W	H.B	$\frac{1}{v}$	E.B	J.W
1	— 18	+ 14	+ 4	5	+ 12	— 12
2	— 20	+ 22	+ 7	22	+ 43	— 52
3	— 25	+ 22	— 2	44	+ 95	— 91

[1] V. *Bulletin astronomique*, II, p. 213, 1885; VII, p. 198, 1890.

Pour certains observateurs, e paraît croître proportionnellement à $\frac{1}{v}$ et provient vraisemblablement, aux faibles vitesses, d'une erreur de bissection.

Mais ces variations n'ont rien de systématique quant au signe. On est donc amené à croire, en ce qui concerne des étoiles de grandeur uniforme, que les erreurs personnelles qui affectent les différences d'ascensions droites peuvent, comme les erreurs instrumentales, disparaître dans la moyenne des déterminations d'origine variée.

Dès lors, on peut se demander si dans la formation d'un catalogue fondamental il ne serait pas préférable de ramener toutes les données à la moyenne convenablement pondérée de leur ensemble, plutôt qu'à celles d'un observatoire unique, comme c'est la coutume.

Ainsi, après l'étude des flexions de notre instrument et après celle de mon équation personnelle, je suis autorisé à conclure de mes observations de 1888 dans la zone 60 — 70° (25 étoiles observées plusieurs fois aux deux culminations), que le *Fundamental-Catalog* de M. Auwers demande ici une correction moyenne d'environ — 0s,08. Or, cette correction est à peu près égale et de signe contraire à la moyenne + 0s,06 des corrections $(\Delta\alpha)_\delta$ systématiquement appliquées par l'auteur aux divers catalogues particuliers qui ont concouru à la formation du catalogue définitif.

32. *Influence de la position de l'observateur.*

On a employé deux prismes à réflexion, l'un donnant une déviation de 90°, l'autre de 45°. Ces prismes s'adaptaient à l'oculaire terrestre, qui par sa longueur de 11 à 12 centimètres en facilitait l'emploi. L'observateur pouvait prendre sur le banc d'observation la même position que dans les observations ordinaires.

La ligne de visée a donc pu être dirigée : au zénith, Z, à 45° de hauteur au-dessus de l'horizon, + 45° ; à l'horizon, H ; à 45° au-dessous, — 45° ; au nadir, N.

On donne, dans le Tableau ci-dessous, les variations Δe par rapport à la position H. Les valeurs comparées appartenant à la même séance, on a calculé les poids, rapportés à la même unité, par la formule

$$p = \frac{P'_v v^2}{\frac{1}{N} + \frac{1}{N_1}},$$

dont les symboles ont une signification connue : N et N_1 sont relatifs aux deux valeurs de e avec lesquelles est formée la différence Δe.

TABLEAU XII

DATE	S	I	$\frac{1}{v}$	Œ-O			E		
				Δe	p	Δe MOYEN	$\Delta' e$	p'	$\Delta' e$ MOYEN
				Δe (+ 45° — H)					
1890									
Août 29	D	4	0,9	— 0,4	3,9		— 1,8	3,9	
Sept. 8	D	4	0,9	— 6,7	1,4		+ 0,3	1,4	
— 10	D	2,5	0,9	— 0,9	1,2		— 2,9	1,0	
— 19	D	4,5	1,0	+ 1,7	2,2	— 1,8 ± 0,7	+ 0,5	1,4	— 1,0 ± 0,5
— 26	D	4	1,0	— 6,1	0,9		— 1,5	0,9	
— 10	D	2,5	1,9	— 2,2	0,7		+ 4,6	0,3	
— 12	I	3,5	2,9	— 9,1	0,5		— 3,4	0,2	
				Δe (Z—H)					
Sept. 8	D	4	0,9	— 5,0	1,3		+ 0,4	1,3	
— 10	D	2,5	0,9	— 1,6	1,2		— 1,1	1,1	
Août 30	D	2,5	1,3	— 3,9	0,9		— 1,4	1,0	
Sept. 22	D	3	1,5	— 3,5	1,1	— 2,4 ± 0,9	— 0,5	1,0	— 0,7 ± 0,6
— 2	I	4	1,2	— 0,4	1,4		— 1,4	1,4	
— 10	D	2,5	1,9	— 0,9	0,7		+ 1,6	0,3	
— 12	I	3,5	2,9	— 1,0	0,6		— 1,8	0,3	
				Δe (— 45° — H)					
Sept. 8	D	4	0,9	— 0,2	1,3		— 1,8	1,3	
— 19	D	4.5	1,0	— 1,4	1,9	— 1,0 ± 1,2	»	»	— 1,1 ± 0,9
— 26	D	4	1,0	— 1,4	0,8		0,0	0,7	

DATE	S	I	$\frac{1}{v}$	Œ-O			E		
				Δe	p	Δe MOYEN	$\Delta' e$	p	$\Delta' e$ MOYEN
				Δe (N—H)					
Sept. 8.	D	4	0,9	+ 3,3	1,3		— 3,2	1,3	
Août 30.	D	3	1,3	+ 0,7	1,3		»	»	
Sept. 2.	I	4	1.3	+ 3,4	1,5	+ 1,9 ± 1,0	— 0,5	1,4	— 1,3 ± 0,7
— 9	D	4	2,0	+ 4,5	0,8		+ 0,9	0,4	
— 12.	I	4	2,9	— 5,8	0,6		+ 0,2	0,3	

De l'ensemble on a déduit pour erreurs de l'unité de poids :

$$E_0 = \pm 2,4, \quad E_0' = \pm 1,4.$$

C'est avec ces valeurs qu'ont été calculées les erreurs moyennes indiquées dans le Tableau précédent. Les valeurs de Δe sont faibles, et sauf en ce qui concerne la position N, Œ-O, elles ont toutes même signe : probablement c'est à l'effet des prismes eux-mêmes qu'il faut attribuer le petit écart négatif qui paraît exister dans l'ensemble. On peut conclure, je crois, que la position de l'observateur n'a pas d'influence appréciable.

Les déterminations semblables faites sur des étoiles circompolaires, à l'appareil et sur le ciel, ne montrent aucun indice d'une variation constante.

Deux astronomes de Leyde, qui se sont livrés aux mêmes recherches, arrivent aux mêmes conclusions. Je ne pense pas qu'on doive s'arrêter aux résultats obtenus par M. Wislicenus à Strasbourg : la raison en a déjà été donnée (p. 21).

33. *Influence du grossissement oculaire.*

Elle a été étudiée avec un oculaire G_2 grossissant 250 fois. Chaque série de déterminations est accompagnée d'une série analogue obtenue avec l'oculaire ordinaire G_1, qui donne un grossissement de 130.

La comparaison porte aussi bien sur la valeur de l'équation

e que sur celle de ϵ, erreur moyenne d'un passage. On donne donc, pour chaque séance : d'une part la différence $\Delta e (G_2 - G_1)$; d'autre part, le rapport des carrés des erreurs moyennes :

$$P = \frac{\epsilon^2 (G_1)}{\epsilon^2 (G_2)}.$$

Les poids sont estimés de la même manière que dans le paragraphe précédent : on prendra aussi mêmes valeurs de E_0 et E'_0.

TABLEAU XIII

DATE	SENS	I	$\frac{1}{v}$	α-O			E		
				Δe	P	p	$\Delta' e$	P'	p'
Août 28	D	3,5	0,9	— 5,9	0,7	3,2	— 5,4	0,8	2,9
Sept. 27	D	3	0,9	+ 1,2	0,5	0,7	— 7,9	0,7	0,9
Sept. 1	D	4	1,3	— 2,6	1,3	3,2	— 4,8	2,0	1,4
— 11	D	3,5	2,9	— 5,1	1,2	1,0	— 5,4	1,3	0,2
— 11	I	3,5	2,9	— 5,8	1,8	0,5	— 5,6	1,9	0,2
MOYENNES. . .		3,5		— 4,0	1,0		— 5,7	1,2	
ERREURS MOYENNES. . .				± 0,8			± 0,6		

Ainsi, lorsqu'on double le grossissement, l'équation personnelle varie respectivement de — 4,0 et de — 5,7 pour chaque méthode.

Les 5 et 7 février, des observations différentielles sur le ciel ont donné :

$$\Delta e = -6 \pm 1 \quad (8 \text{ étoiles}),$$

et

$$\Delta e' = -4 \pm 1 \quad (8 \text{ étoiles}).$$

Ici donc, on constate une variation bien accusée, sensiblement la même pour les deux méthodes.

L'examen des nombres rapportés par M. Dreyer[1], montre que ces résultats ne doivent pas être généralisés.

[1] *L. c.*, p. 511.

N°	OBSr	Gr	Δ'e	n	Gr	Δ'e	n	Gr	Δ'e	n
					3 Réseaux (Réduction : 6 gr.).					
1	C.	5 à 6,5	+ 4,1	7	7 à 7,5	+ 3,8	13	8 à 8,5	+ 6,3	9
					2 Réseaux (Réduction : 4 gr.).					
2	C.	5 à 6,5	+ 1,8	17	7 à 7,5	+ 3,1	45	8 à 9	+ 7,1	39
3	H.	6 à 6,5	+ 2,9	7	6,6 à 8	+ 4,4	37	»	»	»
4	H.	5 à 7	+ 4,4	23	7 à 8	+ 8,8	24	8 à 9	+ 14,0	4
5	H.	5 à 7	+ 6,6	17	7 à 8	+ 9,0	8	»	»	»

L'erreur moyenne d'une détermination est à peu près ± 4 pour $G^r = 6$ et ± 6 pour $G^r = 8,5$.

Dans les trois premières séries, l'éclairement du champ était réduit à son minimum, et restait invariable. Dans les séries 4 et 5, l'éclairement était proportionné à l'éclat de l'étoile. Il paraît ressortir de ce Tableau que les variations d'équation personnelle sont en relation avec l'éclat du champ aussi bien qu'avec la grandeur de l'astre.

A propos des déterminations de M. Holden, M. Krueger[1] dit que ses observations d'Helsingfors ne montrent aucune influence de la grandeur, mais qu'il faisait varier l'éclairement de la lunette en même temps que l'éclat de l'étoile.

J'ai de mon côté procédé à des recherches analogues, en employant des réseaux simples, doubles ou triples, dont l'effet était de diminuer respectivement les grandeurs d'environ 2,5, 4,5 et 6,5 unités. Chaque étoile était observée à 8:8 fils.

Mes déterminations ont été faites à notre grand instrument, de 1888 à 1890, par la méthode Œ-O. Une partie des résultats a déjà été publiée[2]. Ceux qu'on va lire se rap-

[1] *Astr. Nachr.*, 2690, 1885.

[2] *Comptes rendus*, CVII, p. 647, 1888.

portent à des étoiles dont la déclinaison est inférieure à 45°.

En général, l'éclairement du champ est maintenu à son maximum pour les étoiles de grandeur inférieure à 5; au delà, il est réglé d'après la grandeur.

Gr norm.	Gr réduite	Réseau	Δe (B-F)	n	ε
4.2	6,7	1	+ 2,5	50	± 3,5
3,1	7,6	2	+ 3,8	93	± 4,3
1,2	7,7	3	+ 8,3	31	± 4,7

En interprétant graphiquement ces résultats, on trouve comme réductions des passages à ceux des étoiles de 6e grandeur, les valeurs suivantes :

1re grandeur. . . .	+7
2e —	+5
4e —	+3
7e,5 —	—1

Il faut noter l'accroissement de ε, erreur moyenne d'une détermination, avec la différence des grandeurs : on doit en conclure que les observations des grosses étoiles sont moins précises que celles des étoiles plus faibles, mais toujours nettement visibles. Cette conclusion a d'ailleurs été vérifiée directement : le rapport des carrés des erreurs moyennes d'un passage, pour la grandeur réduite et la grandeur entière, est respectivement pour chaque réseau

0,8, 0,7, 0,6.

On peut donc affirmer que l'influence de la grandeur atteint aussi bien l'erreur accidentelle que l'équation personnelle.

Je vais indiquer maintenant les résultats obtenus avec l'appareil à équation. Un trou de mire de $0^{mm},2$, vivement éclairé à la lumière électrique, donne un disque brillant de 3 à 4″ de diamètre comparable à une étoile de 1re grandeur :

toutefois, la lumière est moindre et plus uniformément répartie dans ce disque que dans l'image d'une grosse étoile, où l'éclat du point central est prédominant. Le réseau triple réduit l'étoile artificielle à la 9e grandeur; l'extinction par un réseau est proportionnellement plus forte ici, en moyenne 2,7, que dans les cas d'une étoile.

Les Tableaux suivants contiennent les variations Δe (B-F), correspondant à l'effet d'un réseau : on a fait trois groupes suivant la grandeur. Les poids ont été calculés comme ci-devant :

TABLEAU XIV

DATE	SENS	I	$\frac{1}{v}$	I		II		III	
				Δe	p	Δe	p	Δe	p
90 Oct. 28.	D	4	0,9	»	»	+ 3,6	2,0	»	»
— 30.	D	4,5	0,9	+ 5,1	1,8	+ 5,9	1,8	+ 1,9	1,8
— 31.	D	5	0,9	+ 5,0	1,9	+ 1,1	1,9	»	»
— 31.	D	5	0,9	+ 5,0	2,0	+ 4,4	2,0	+ 1,2	1,9
— 30.	I	4,5	0,9	+ 4,3	1,8	+ 2,5	1,8	»	»
Nov. 2.	I	4	0,9	+ 2,8	1,5	+ 7,2	1,5	»	»
— 3.	D	4	1,8	»	»	+ 7,0	1,0	+ 2,2	1,0
— 7.	I	5	3,1	»	»	+ 5,2	1,0	+ 2,8	1,0
— 8.	I	4,5	3,1	+ 5,4	1,0	+ 2,8	1,0	+ 1,9	1,0
Δe moy. et Σp.				+ 4,0	10,0	+ 4,2	14,0	+ 1,8	6,7
Erreur moyenne.				± 0,5		± 0,5		± 0,6	
Moy. grandeur réduite. . .				4,2		6,5		9,0	

Erreur moyenne de l'unité de poids : $E_0 = \pm 1,6$.

E

DATE	SENS	I	$\frac{1}{v}$	I		II		III	
				Δe	p	Δe	p	Δe	p
90 Oct. 28.	D	4	0,9	»	»	+ 4,9	2,1	»	»
— 29.	D	3,5	1,0	+ 1,9	2,8	+ 4,5	2,8	+ 4,6	2,7
Nov. 9.	D	4	1,0	+ 1,4	2,0	+ 7,3	1,6	»	»
— 9.	I	4	1,0	+ 0,3	1.6	+ 0,6	2,0	2	»
Oct. 31.	D	4	1,9	+ 3,3	0,6	+ 3,4	0,6	»	»
Nov. 3.	D	3	1,8	»	»	+ 3,8	0,4	»	»
— 5.	D	5	1,9	+ 0,3	0,7	+ 2,4	0,7	»	»
— 5.	I	5	1,9	+ 3,8	0,7	+ 0,0	0,7	»	»
— 8.	I	4,5	1,9	+ 4,1	0,6	+ 3,6	0,6	+ 4,6	0,6
— 6.	D	4	3,0	»	»	+ 0,9	0,4	»	»
— 7.	I	5	3,1	»	»	+ 5,1	0,5	+ 1,7	0,5
— 8.	I	4,5	3,1	+ 2,0	0,4	+ 4,5	0,4	+ 7,0	0,4
Δe moy. et Σp.				+ 1,8	9,4	+ 3,7	12,8	+ 4,5	4,2
Erreur moyenne. . . .				± 0,6		± 0.5		± 0 9	
Moy. grandeur réduite. .				4,3		6,5		9,1	

Erreur moyenne de l'unité de poids : $E'_0 = \pm 1,8$

Il ne paraît pas y avoir de distinction à faire quant au sens ni à la vitesse jusqu'à $\frac{1}{v} = 3$.

On peut prendre pour réductions des passages à la sixième grandeur, les valeurs suivantes obtenues graphiquement

Gr	Œ-O	E
1	+ 7,5	+ 5,5
2	+ 6	+ 4,5
4	+ 3	+ 2
8	— 2	— 3
9,2	— 3	— 5

écarts dont l'amplitude atteint, comme on voit, plus de 0s,10.

Les résultats Œ-O confirment ceux qui ont été obtenus sur le ciel.

L'erreur moyenne d'un passage varie peu de la quatrième à la septième grandeur. Elle augmente lorsque la grandeur de l'étoile devient plus forte ou plus faible. L'ensemble des déterminations donne en effet pour rapports des carrés des erreurs les nombres suivants :

	$\frac{\varepsilon^2\ (6^e)}{\varepsilon^2\ (1\text{-}2^e)}$	$\frac{\varepsilon^2\ (6^e)}{\varepsilon^2\ (9\text{-}9^e,5)}$
Œ-O. . .	0,71	0,65
E. . . .	0,80	0,55

En ce qui concerne les circompolaires, trois séances d'expériences n'ont montré aucune variation systématique avec la grandeur. L'erreur moyenne accuse un accroissement faible pour les grandeurs 1 à 2, mais très accentué pour les grandeurs au-dessous de la 9e, où sa valeur est doublée et parfois triplée : c'est qu'en effet, à cette limite, on éprouve de la difficulté à voir l'étoile et à juger de l'instant où elle est bissectée.

De l'ensemble des déterminations que je viens de rapporter, ressort avec évidence l'importante conclusion que voici :

Les variations de l'équation personnelle relatives à la grandeur des étoiles sont de même sens et sensiblement de même ordre pour tous les observateurs[1].

On doit donc penser que, dans la plupart des catalogues, les différences d'ascension droites d'étoiles de diverses grandeurs sont constamment erronées dans le même sens.

Pour les plus fortes grandeurs, la méthode **E** paraît être moins sensible que la méthode **Œ - O** à cette cause de variation ; l'inverse a lieu pour les étoiles faibles.

La lumière du jour diminue la grandeur des étoiles en moyenne de 3 unités. Les observations de jour et de nuit ne sont donc comparables qu'autant que les étoiles sont ramenées à la même grandeur apparente. C'est pour cette raison, sans

[1] Cette conclusion est confirmée par les recherches récentes, **E**, faites à l'Observatoire de Greenwich (*Monthly Notices*, LI, p. 455, 1891).

doute, sans parler des anomalies régulières de la réfraction, que les différences d'ascension droite paraissent varier suivant la période de l'année où elles sont mesurées[1], les groupes comparés pouvant être observés chacun alternativement le jour et la nuit.

36. *Influence de l'éclairement du champ.*

La grandeur focale d'une étoile est toute relative et dépend jusqu'à un certain point de l'éclairement du fond sur lequel se projette son image. Nous venons de voir comment la réduction de grandeur par la lumière diffuse peut influer sur l'équation personnelle; nous avons constaté d'autre part que, en ce qui concerne la méthode **E**, même à grandeur égale, les passages observés le jour exigent en général une correction de $+ 0^s,06$ pour être comparables à ceux qui ont lieu la nuit à la lumière artificielle. Il reste maintenant à rechercher comment varie l'équation personnelle lorsque l'éclairement artificiel du champ est modifié.

Cette recherche n'a été faite que sur les étoiles de 5 à 6e grandeur. L'éclairement maximum *(b)* éteint à peu près les étoiles de 8e grandeur; lorsque l'éclairement est réduit au minimum *(f)*, sans que toutefois les fils cessent d'être nettement visibles, on peut apercevoir facilement les étoiles de grandeur 9,3 de l'échelle d'Argelander.

La différence $\Delta e\ (b-f)$ a été déterminée en juillet 1889 par des observations célestes : on a trouvé :

$$\Delta e\ (b-f) = + 2,7 \pm 0,5 \qquad (59 \text{ étoiles à } 8 : 8 \text{ fils}).$$

L'erreur moyenne par étoile est ± 4.

D'autre part, on a obtenu avec l'appareil à équation (vitesse 1, sens D) :

[1] V. Le Verrier, *Position des étoiles fondamentales en 1755 (Ann. de l'Obs. de Paris*, II, p. 273, 1856).

		Œ-O		E	
Date	I	Δe	p	$\Delta' e$	p'
Sept. 25. .	5	+ 3,8	2,0	— 1,3	1,7
Oct. 3. .	3,5	+ 4,2	1,4	+ 2,1	1,2
		+ 4,0	3,4	+ 0,1	2,9

E_0 et E'_0 ne doivent pas excéder ± 2 : les valeurs obtenues auraient donc pour erreur moyenne ± 1 environ.

Enfin, les 29 et 30 janvier 1891, des observations sur le ciel par la méthode **E** ont donné

$$\Delta' e\,(b-f) = 0 \pm 1 \qquad (15 \text{ étoiles}).$$

Il ressort de là que pour des étoiles de 6e grandeur la variation avec l'éclairement du champ peut être considérée comme nulle dans la méthode **E**. Dans la méthode **Œ-O** elle a au contraire une valeur sensible, que l'on peut prendre égale à $+ 0^s,03$.

De là, pour la méthode **Œ-O**, cette indication pratique appliquée dans le service méridien de l'Observatoire : pour éliminer à peu près sûrement toute variation de l'équation personnelle, il suffit de ramener, par des écrans en réseau, les grandeurs apparentes à être comprises entre la 5e grandeur et la 7e, et de régler dans ces limites l'éclairement du champ suivant la grandeur.

36. *Etoiles doubles.*

Il y a grand intérêt à connaître les mouvements propres des étoiles doubles, et par conséquent à en déterminer aussi exactement que possible les positions absolues. Or on sait quelle gêne éprouve tout observateur, au moins pour la méthode **Œ-O**, à estimer les passages d'une étoile double dont les deux composantes sont à une distance de moins de 1", et à peu près sur le même parallèle. Les déterminations suivantes fourniront quelques indications sur les erreurs personnelles à craindre dans l'observation de ces couples.

La distance, en ascension droite, est désignée $\Delta\alpha$; l'incli-

naison de la ligne des centres sur une horizontale est toujours moindre que 45°. On donne les écarts rapportés à une étoile simple Δe ($\star\, d - \star\, s$), ainsi que le rapport des carrés des erreurs moyennes

$$P = \frac{\varepsilon^2 (\star\, s)}{\varepsilon^2 (\star\, d)}.$$

Il s'agit seulement d'étoiles de 5 à 6e grandeur. Les poids p sont estimés à la façon ordinaire. On distingue respectivement par 1°, 2° ou c les observations se rapportant à la première composante, à la deuxième, ou au centre des deux. Sens D.

TABLEAU XV

DATE	I	$\frac{1}{v}$	$\Delta\alpha$	P' observé	Œ-O			E		
					Δe	P	p	$\Delta' e$	P'	p'
90 Sept. 25.	5	0,9	0s,8	1°	+ 3,5	0,7	2,0	+ 1,9	0,8	1,6
		»	0,7	2°	+ 17,2		1,8	+ 3,8		1,6
		»	0,2	1°	+ 10,6	0,9	1,0	»	»	»
		1,9	1,4	1°	— 0,6	0,7	0,8	+ 2,4	1,1	0,4
		1,9	0,4	1°	+ 7,0	0,6	0,4	+ 4,9	0,9	0,4
Oct. 3.	4	0,9	0,2	1°	+ 2,1	0,6	1,2	+ 4,3	1,0	1,8
		»	0,2	2°	+ 2,3		1,8	+ 3,7		1,7
		»	0,2	c	+ 6,9	0,7	2,0	+ 4,3	0,8	2,0

Sans chercher à tirer de ce Tableau des conclusions nettes quant à la valeur des variations, on peut cependant remarquer qu'elles présentent constamment le même signe.

Il semble que la variation d'équation lorsqu'on pointe le centre corresponde à celle que produit un changement de grandeur.

Au point de vue de la précision, il est clair que la méthode Œ–O se prête moins bien que la méthode E à l'observation des étoiles doubles : dans celle-ci, le rapport P des carrés des erreurs est voisin de 1, tandis que dans l'autre il dépasse à peine 0,7.

37. *Influence du changement d'œil.*

Il est peu d'observateurs, je crois, qui observent alternativement avec chaque œil. Il est dès lors intéressant de rechercher si l'emploi accidentel de l'œil ordinairement inactif peut entraîner quelques modifications dans les observations. J'observe habituellement de l'œil droit; avec l'œil gauche, je perçois toujours dans le champ une lumière plus intense et plus blanche qu'avec l'œil droit : ce contraste se retrouve d'ailleurs lorsque, en déviant un des globes oculaires, je sépare les deux images d'un même objet bien éclairé.

Voici le résultat des comparaisons Δe (*Œ. g.* — *Œ. d.*), vitesse 1, sens D :

Œ-O				E			
Date	I	Δe	p	Date	I	$\Delta' e$	p
90 Oct. 3.	3,5	+ 1,3	1,4	Sept. 26.	4	— 0,7	0,8
— 29.	5	+ 1,3	1,5	Oct. 29.	5	+ 0,6	1,9
		+ 1,3	2,9			+ 0,2	1,7

On peut considérer ce résultat comme négatif.

38. *Bords du Soleil et de la Lune.*

Des différences d'équation personnelle ont été souvent mises en évidence dans les observations de chacun des bords du Soleil ou de la Lune. Par exemple, à l'Observatoire de Paris, en 1856, les observations de passages du Soleil, par la méthode Œ-O, recevaient pour chaque observateur les corrections suivantes, calculées en supposant nulle la moyenne des diverses équations personnelles[1] :

Observateurs.	Bord I.	Bord II.	Centre.
Y.V.	— 1	+ 3	+ 1
B.B.	+ 5	+ 8	+ 6
Lp.	— 13	— 13	— 13
G.	+ 4	— 1	+ 2
LF.	»	»	+ 4

[1] *Ann. de l'Obs. de Paris, Observations*, XII, p. 131, 1860.

Pour la Lune, Dunkin rapporte[1] les différences suivantes, tirées des observations électriques faites, de 1863 à 1868, à l'altazimut (A.), et à l'instrument des passages (T. C.) de l'Observatoire de Greenwich.

Observateurs.	Bord I.		Bord II.	
	A.	T.C.	A.	T.C.
D. — E.	+ 15	+ 8	+ 8	+ 5
D. — C.	+ 5	— 3	+ 3	— 3
D. — J.C.	+ 25	+ 10	+ 3	+ 1

Les observations Œ-O, de 1847-48, montrent entre Dunkin et Breen une différence de — 46 pour le bord I, de — 30 pour le bord II.

A l'Observatoire de Greenwich, chaque observateur emploie une valeur particulière du demi-diamètre du Soleil dans les réductions des passages de cet astre. Voici, en centièmes de seconde de temps, les corrections appliquées en 1888 à la valeur donnée par le *Nautical Almanac*[2].

Observateurs. . . .	C.	A. D.	T.	L.	H.
Correction demi-diam.	— 1	— 5	— 2	— 5	— 4

Il est certain que la valeur du diamètre apparent de la Lune ou du Soleil varie avec la grandeur de l'objectif, l'éclairement du ciel, jour ou nuit, l'état de l'atmosphère; le pouvoir absorbant des glaces destinées à éteindre une partie de la lumière; l'interposition des réseaux au-devant de l'objectif, etc. Ces variations ont fait à différentes reprises l'objet des recherches de M. Ch. André[3]. Je ne me préoccuperai pas ici de ces causes de changements étrangères à l'observateur. Je n'ai en vue que la détermination de

[1] *Monthly Notices*, XXIX, p. 267, 1869.

[2] *Greenwich Observations 1888*, p. XXXVII, 1890.

[3] Voir en particulier : I. *Etude de la diffraction dans les instruments d'optique (Ann. de l'Ecole Normale sup.*, 1876). — II. *Comparaison des effets optiques des petits et des grands instruments d'astronomie*, Lyon, 1889.

l'équation personnelle dans les observations de passages d'un disque lumineux comparable à ceux du Soleil et de la Lune, et dont la dimension résulte uniquement de pointés micrométriques sur les bords apparents, tels que l'œil les perçoit.

En général, l'éclairage était produit par la lumière électrique ; cependant on a quelquefois employé la lumière solaire plus ou moins affaiblie; on a parfois recouvert l'objectif d'un réseau en treillis; on a aussi fait usage de verres colorés : mais dans chaque cas, c'est toujours par des pointés micrométriques, faits au moment de l'observation, qu'a été déterminée la position respective des deux bords par rapport aux contacts de l'appareil. On a d'ailleurs pris soin de faire ces pointés avec chaque bord du fil micrométrique, soit avec l'oculaire ordinaire, soit avec l'oculaire à réversion : l'erreur des pointés peut donc être considérée comme très faible.

On a obtenu pour valeurs de l'équation absolue les nombres suivants ($v = 1$). Les poids ont été calculés comme dans le cas d'une étoile.

TABLEAU XVI

DATE	SENS	I	Œ-O				E				REMARQUES
			Bord I		Bord II		Bord I		Bord II		
			e	p	e	p	e'	p'	e'	p'	
					JOUR.						
90 Sept. 26.	D	4	—21	0,8	—14	0,8	—2	0,5	+1	0,5	
— 26.	D	4	—20	0,5	—10	0,5	—2	0,5	+1	0,5	+45
— 26.	D	4	—23	0,5	—16	0,5	+1	0,5	+1	0,5	—45
Oct. 3.	D	3,5	—23	1,2	—12	1,4	—2	1,2	—1	1,2	
— 27.	D	4,5	—26	0,8	—16	0,8	0	0,8	+3	0,8	
— 27.	D	4,5	—25	0,8	—20	0,8	—2	0,6	0	0,6	Lumière verte
— 27.	D	4,5	—21	0,8	—20	0,8	+4	0,5	+1	0,5	— rouge
	D		—23,1	5,4	—15,4	5,6	—0,7	4,6	+0,7	4,6	
Oct. 28.	I	4	—22	1,0	—17	1,0	+1	1,0	+2	1,1	

DATE	SENS	I	Œ-O Bord I e	Œ-O Bord I p	Œ-O Bord II e	Œ-O Bord II p	E Bord I e'	E Bord I p'	E Bord II e'	E Bord II p'	REMARQUES
					NUIT.						
Sept. 26.	D	4	—29	0,8	—13	0,8	—3	0,8	0	0,8	
Oct. 1.	D	3,5	—22	1,3	»	»	—5	1,5	»	»	
— 2.	D	4	—30	1,1	—19	1,1	—2	1,2	+1	1,4	
— 27.	D	3,5	—20	0,7	—17	0,7	—4	0,4	—2	0,4	
— 27.	D	3,5	—23	0,7	—18	0,7	+2	0,4	—1	0,4	Lumière verte
— 27.	D	3,5	—20	0,7	—19	0,7	0	0,4	—1	0,4	— rouge
	D		—24,2	5,5	—17,3	4,0	—2,5	4,7	—0,2	3,4	

Il est visible que l'erreur de l'unité de poids n'excède pas celle qu'on a trouvée dans le cas des étoiles. En adoptant :

$$E_0 = \pm 3, \qquad E'_0 = \pm 2,$$

on voit que chaque résultat moyen des deux groupes relatifs au sens D comporte à peu près une erreur de ± 1.

Il ne paraît pas y avoir de différence à établir entre les observations de jour et celles de nuit. Les déterminations faites en sens I, bien qu'insuffisantes, n'indiquent pas non plus de changement notable.

En réunissant toutes les valeurs relatives au sens D, et en comparant les valeurs conclues à celles de l'équation personnelle pour les étoiles équatoriales, on trouve :

	Δe (☉ ou ☾ — ★) Œ-O	E jour	E nuit
Bord I. .	+ 6	+ 5	+ 11
Bord II. .	+ 14	+ 7	+ 13
$\frac{1}{2}$ (II–I). .	+ 4	+ 1	

On voit donc que, dans la méthode Œ-O, les observations des deux bords ne sont nullement comparables : l'erreur sur

la valeur du demi-diamètre atteint $0^s,04$. D'ailleurs, les différences d'ascension droite entre le centre du soleil et les étoiles doivent recevoir une correction de $+0^s,10$. Dans la méthode **E**, l'écart entre les corrections relatives aux deux bords est presque nul, mais la correction du temps de passage du centre est de $+0^s,06$ ou $+0^s,12$, suivant que l'observation des étoiles de comparaison a lieu le jour ou la nuit.

Il serait de la plus haute importance de savoir si ces variations de l'équation personnelle ont un caractère de généralité; mais les éléments de comparaison font jusqu'ici défaut.

Quant à l'influence des verres colorés, le peu d'observations obtenues permet seulement de conclure qu'elle est peu sensible. On sait que de nombreuses mesures du diamètre solaire effectuées par M. Auwers, avec l'héliomètre du Cap, ne lui ont révélé aucun changement suivant la couleur du verre absorbant[1].

Il reste à considérer l'erreur moyenne ε d'un passage. Or, de l'ensemble des observations, on a déduit :

	I	ε	
		Œ-O	**E**
	4,5	± 8,1	± 4,0
	3,4	± 9,8	± 4,8
MOYENNES.	4 »	± 8,9	± 4,4

Ainsi, tandis que la méthode **E** donne ici la même précision qu'avec les étoiles, la méthode **Œ-O** montre un accroissement d'environ + 1,5 dans la valeur absolue de ε. Nous trouverons plus loin la raison de ce fait en étudiant l'équation décimale[2].

[1] *Ast. Nachr.*, 2935, 1890.

[2] Je crois devoir saisir cette occasion pour indiquer, dans les observations du soleil, une cause d'erreur constante provenant de l'échauffement, durant le passage, des pièces du micromètre. La ligne sans collimation subit un déplacement, qu'il est facile de constater par des observations du Nadir, avant et après le passage du soleil. Or dans notre instrument, cette déviation a toujours lieu dans le même sens; quelle que soit la position de l'instrument, la constante de

Taches du Soleil.

L'observation a porté sur le centre d'un petit disque sombre de 3 à 4″ de diamètre. On a trouvé, sens D, $v = 1$:

Date	I	e	p	e'	p'
90 Oct. 3.	3,5	— 18	1,5	— 1	1,5
Oct. 27.	3,5	— 16	1,2	+ 3	1,0
		— 17	2,7	+ 1	2,4
Δe (Tache—Centre ⊙).		+ 3		+ 2	
Δe (Tache— ⁎ Nuit). .		+ 13		+ 12	

Chacun de ces résultats présente une erreur moyenne d'à peu près ± 2. Ainsi la différence d'équation entre une tache solaire et une étoile atteint de $+0^s,12$ à $+0^s,13$. Il faut remarquer qu'elle est de même sens, mais plus forte que pour une étoile de 1re grandeur ayant sensiblement même diamètre que la tache.

Erreur moyenne d'un passage : $\varepsilon = \pm 8,8$; $\varepsilon' = \pm 4,5$.

Pour le précision des observations, on aboutit donc aux mêmes conclusions que dans le cas du Soleil.

39. *Pic lunaire.*

A la suite des recherches de M. J. Franz[1] sur la libration

collimation, à l'époque des équinoxes et par ciel clair, change régulièrement de $-0^s,08$ à $-0^s,09$. Si le ciel est couvert d'un réseau de cirrus, ou si l'observation a lieu par réflexion à la surface plus ou moins terne d'un bain de mercure, le déplacement est moindre et parfois négligeable. On a pu se rendre compte que ce déplacement est à peu près proportionnel au temps pendant lequel les rayons solaires tombent dans l'instrument, et par suite, d'après les conditions d'observation de chacun des bords, la déviation est en général de $-0^s,01$ pour le premier bord, de $-0^s,07$ pour le deuxième. On voit que l'erreur porte aussi bien sur la valeur du diamètre que sur l'heure du passage du centre.

Voilà un fait dont il faudrait tenir compte dans la recherche des variations supposées du diamètre solaire.

[1] *Die Konstanten der Physischen-Libration des Mondes...*, Königsberg, 1889.

de la Lune, on a proposé de substituer à l'observation des bords de cet astre celle d'un point central bien défini, le cratère Mösting, dont les *Astronom. Nachrichten* publient régulièrement les coordonnées rapportées au centre de la Lune. Les avantages de cette méthode sont évidents : on élimine l'erreur provenant de l'indétermination du demi-diamètre à employer dans les réductions, indétermination telle que les observations des deux bords peuvent difficilement être rapportées l'une à l'autre. Il resterait toutefois à établir qu'aucune erreur ne résulte de la différence d'aspect que prend le cratère suivant l'âge de la Lune.

Quoi qu'il en soit, voici quelques valeurs de l'équation personnelle se rapportant à un espace circulaire de 3″ environ, détaché sur un fond lumineux par un contour légèrement ombré et reproduisant assez bien l'apparence d'un pic lunaire. Sens D, $v = 1$.

		Œ-O		E	
Date	I	e	p	e'	p'
90 Oct. 27.	4,5	— 19	1,2	0	1,2
Oct. 28.	4	— 16	1 0	+ 2	1,0
		— 18	2,2	+ 1	2,2
Δe (Pic — ★ Nuit).		+ 12		+ 14	

Avec une incertitude de ± 2

Les variations sont de même ordre que pour une tache solaire.

40. *Planètes.*

L'équation personnelle sur les planètes a été étudiée avec une plaque percée de 4 ouvertures de différents diamètres, éclairées approximativement avec la même intensité que la planète Jupiter. Cette plaque portait en outre 3 étoiles (aux deux extrémités et au centre), et on observait successivement chaque objet au même fil. Le Tableau suivant donne les différences d'équation Δe (Planète — ★). Sens D, $v = 1$, $I = 3$; n, nombre de fils ; d, diamètre apparent.

TABLEAU XVII

DATE	$d = 93''$				$d = 55''$				$d = 20''$				$d = 5''$	
	I		II		I		II		I		II		CENTRE	
	Δe	n	Δe	n	Δe	n	Δe	n	Δe	n	Δe	n	Δe	n
						CE-O								
90 Sept. 27.	+ 5	8	+ 16	8	+ 5	7	»	»	+ 6	8	»	»	+ 12	8
— 27.	+ 2	7	+ 15	7	− 4	7	»	»	− 1	7	»	»	+ 10	7
— 29.	− 3	4	+ 16	4	− 1	7	»	»	− 4	4	»	»	+ 16	4
— 30.	+ 2	11	+ 14	11	+ 1	9	+ 12	12	»	»	+ 16	11	+ 8	12
MOYENNES.	+ 2		+ 15		0		+ 12		0		+ 16		+ 11	
						E								
Sept. 27.	+ 1	8	+ 7	8	+ 4	8	+ 5	8	− 4	8	»	»	+ 4	8
— 27.	+ 6	9	+ 12	9	+ 2	9	+ 9	9	+ 3	9	»	»	+ 5	9
— 29.	− 3	5	+ 4	5	+ 4	4	+ 2	4	0	5	»	»	+ 6	4
— 30.	0	8	+ 6	8	+ 1	8	+ 5	8	+ 1	7	+ 7	8	+ 3	7
MOYENNES.	+ 2		+ 8		+ 3		+ 6		0		+ 7		+ 4	

En moyenne, pour les trois plus larges diamètres, on peut adopter respectivement pour chaque bord :

$$\Delta e \ldots + 2 \text{ et } + 15; \qquad \Delta' e \ldots + 2 \text{ et } + 7.$$

Comme pour le Soleil, il y a une différence très sensible entre les observations des deux bords.

Pour la petite planète de 5″ de diamètre, les variations

$$\Delta e = + 11 \quad \text{et} \quad \Delta' e = + 4$$

ont de l'analogie avec celles qui se rapportent aux étoiles de 1re grandeur.

D'autre part, l'ensemble des observations donne comme erreur moyenne du passage d'un bord :

$$\varepsilon = \pm 8{,}3; \qquad \varepsilon' = \pm 5{,}3 \qquad (I = 3).$$

Toujours on retrouve la supériorité de la méthode **E** quant à la précision.

41. *Nébuleuses et Comètes.*

Il n'est pas douteux que, pour un même observateur, l'équation personnelle varie grandement suivant qu'il s'agit d'étoiles d'une part, de nébuleuses ou comètes d'autre part. La comparaison des catalogues de nébuleuses formés par divers observateurs met en évidence des écarts systématiques qui s'élèvent à $0^s,3$ ou $0^s,4$, bien que les étoiles de comparaison soient les mêmes des deux côtés. Ainsi les déterminations faites par Schönfeld et Schulz diffèrent entre elles de $0^s,34$ sécd et les écarts varient d'ailleurs avec la dimension des nébuleuses et leur degré de condensation[1].

Le calcul des éléments des orbites cométaires montre souvent la nécessité de faire subir une correction constante à chaque groupe de déterminations provenant du même observateur. Comme exemple, je me borne à citer les nombres suivants extraits du travail de MM. Schulhof et Bossert sur la comète Pons-Brooks : il s'agit des différences $\Delta\alpha$ entre les positions résultant des éléments provisoires et les positions obtenues à l'observatoire d'Alger par deux astronomes observant au même instrument, la comète étant d'ailleurs rapportée aux mêmes étoiles de comparaison[2].

Date 1884	T	R	T-R
Janvier 15	+ 62	— 25	+ 87
— 26	+ 49	— 38	+ 87
— 29	+ 161	+ 90	+ 71
— 30	+ 42	— 21	+ 63

Voilà une différence systématique bien établie et atteignant en moyenne près de $0^s,8$.

[1] *Vierteljahrsschrift der A. G.*, X, p. 71, 1875.
[2] *Bulletin astronomique*, III, p. 390; IV, p. 103-4.

Les déterminations absolues de l'équation personnelle ne peuvent donner de résultats précis que dans le cas d'un observateur formé à ce genre d'observations. A titre de renseignements, je vais indiquer les quelques résultats que j'ai obtenus.

a) Fils noirs sur champ éclairé.

1° Comète à noyau oblong (3″ sur 7″), brillant, incliné à 45° sur la direction du mouvement; observée en même temps qu'une étoile de 6e grandeur.

DATE	SENS	$\frac{1}{v}$	Œ-O		E	
			Δe (Com.-★)	p	$\Delta e'$ (Com.-★)	p'
Sept. 25.	D	0,9	+ 5,1	2,0	+ 1,4	1,7
	D	0,9	+ 5,5	2,0	+ 5,6	1,7
	D	2,0	+ 8,6	1,1	+ 5,4	0,4
			+ 6,0	5,1	+ 3,3	2,8

Avec une erreur d'environ ± 1 à la moyenne.

La variation est de l'ordre de celle qui correspond à une étoile brillante.

2° Nébuleuse faible, à légère condensation centrale, 12″ de diamètre; éclairement du champ très faible.

Œ-O. . Oct. 7. D. 1,0 Δe (Nébul. — ★) = + 8 ± 2

On constate encore une variation positive.

b) Fils brillants sur champ obscur.

On observe alternativement une étoile de 9e grandeur et une nébuleuse uniforme de 15″ de diamètre, de très faible intensité: pour apercevoir celle-ci, l'observateur doit rester au moins 1 minute dans une obscurité complète. Elle est produite par diffusion de la lumière d'une étoile artificielle à travers un papier translucide placé à 1 centimètre en avant du trou de mire; la position du centre résulte de pointés sur ce trou après enlèvement de l'écran de papier.

On a obtenu, les 14 et 15 novembre, $I = 4$:

$\frac{1}{v}$	SENS	Œ-O				E			
		e		Nébul. — *		e		Nébul. — *	
		*	Nébul.	Δe	p	*	Nébul.	Δe	p
0,9	D	— 38	— 5	+ 33	3,6	— 19	— 11	+ 7	2,4
1,8	D	— 14	+ 9	+ 23	0,8	— 18	— 17	+ 1	0,5
1,8	I	— 29	— 10	+ 19	0,8	»	»	»	»

L'erreur moyenne d'un passage est, pour $\frac{1}{v} = 0,9$:

Etoile..... $\varepsilon = \pm 11$; $\varepsilon' = \pm 7$.
Nébuleuse... $\varepsilon = \pm 20$; $\varepsilon' = \pm 25$.

L'erreur de l'unité de poids dépasse sans doute ± 6.

La conclusion à tirer des résultats qu'on vient de lire est que, en général, dans les observations de nébuleuses et comètes, il faut abandonner la méthode des passages et déterminer les différences de coordonnées uniquement par des mesures micrométriques ; il est bien rare qu'il ne se rencontre pas dans le champ quelque étoile suffisamment brillante en même temps que la nébuleuse ou la comète à observer. Ce procédé est régulièrement suivi dans un certain nombre d'observatoires, entre autres ceux de Pulkowa et de Paris (M. Bigourdan); on l'emploie depuis 1883 à Lyon.

42. *Influence de l'intervalle des battements du compteur dans la méthode* **Œ-O**.

Quand on examine le Tableau des erreurs moyennes d'un passage, on remarque que ces erreurs croissent beaucoup moins vite que l'inverse de l'espace parcouru en une seconde. Ainsi on a (Tableau II, p. 41) :

séc	ε
1	$\pm$ 7
2	$\pm$ 9
3	$\pm$ 11

En fait l'observateur n'a guère plus de peine à estimer le dixième de seconde à la vitesse 0,5 qu'à la vitesse 1.

On est dès lors amené à rechercher s'il ne serait pas possible d'améliorer la précision des observations en diminuant l'intervalle à fractionner, par l'emploi d'une unité de temps plus petite que 1 seconde. Qu'on prenne, par exemple, un chronomètre battant la demi-seconde, et qu'on fixe la position de l'étoile à chaque battement, on arrivera à noter en réalité le 20e de seconde, et l'amplitude des écarts accidentels pourra être réduite.

Il faut s'attendre aussi à ce que le changement de rythme du compteur introduise quelque variation dans l'équation.

Voici quelques déterminations absolues faites avec un pendule à interrupteur battant 0s,57, c'est-à-dire à peu près 1 centième de minute. On donne, avec l'équation absolue e et l'écart moyen ε d'un passage, le rapport

$$P = \frac{\varepsilon^2 \text{(Pd. long)}}{\varepsilon^2 \text{(Pd. court)}}$$

des carrés des erreurs obtenues dans les mêmes conditions, d'un côté avec le pendule ordinaire, d'autre part avec le pendule court : P indique donc la précision relative du second procédé par rapport au premier.

DATE	$\frac{1}{v}$	I	e	N. DE FILS	$\pm\ \varepsilon$	P
			PETIT INSTRUMENT			
Déc. 4.	1,0	5	— 12	84	4,8	2,3
	1,0	5	— 14	77	5,0	2,1
			GRAND INSTRUMENT			
Déc. 12.	0,9	4	— 10	93	4,5	2,9
— 19.	1,1	4,5	— 6	53	4,5	2,6
	2,4	4,5	— 13	60	7,3	1,7
	4,7	4,5	— 5	62	13	0,7

On voit qu'à la vitesse équatoriale, la précision est accrue dans la proportion de 2 ou 3 à 1.

On retrouve donc par le nouveau procédé une précision comparable à celle que donne la méthode **E**. Comme avec cette dernière, il n'y a plus à gagner depuis $\frac{1}{v} = 3$ environ.

L'équation personnelle subit d'autre part une forte variation, que l'on peut estimer à $+ 0^s,18$ ou $+ 0^s,20$. Mais avant de chercher à déterminer ce chiffre, il serait nécessaire qu'une pratique suffisante eût bien fixé l'équation personnelle dans le nouveau mode d'observation.

Ces résultats ont été confirmés par des observations célestes.

Il serait intéressant de savoir si la plupart des observateurs obtiendront l'amélioration que j'indique, et si, d'autre part, ceux qui possèdent une forte équation la verront réduire par l'emploi du pendule court. C'est là une question qui ne manque pas d'importance.

CHAPITRE V

ÉQUATION DÉCIMALE

43. Dans ses recherches sur l'équation personnelle, publiées en 1858, Hartmann eut l'idée de grouper ses déterminations d'après la fraction de seconde notée à chaque passage. Il établit ainsi[1] que son équation comprenait, outre un nombre constant, une partie variable avec le dixième observé et oscillant entre les limites $\pm$ 0s,07.

A peu près à la même époque, Peirce signalait[2] de son côté les irrégularités systématiques qui se manifestent dans l'appréciation des fractions de seconde par la méthode de Bradley. Chaque observateur rapporte mentalement son estime à une échelle particulière (time-scale), plus ou moins fautive; d'où la tendance à noter trop fréquemment certains dixièmes au détriment de certains autres. D'après les recherches de Peirce, c'est principalement parmi les observateurs les plus anciens, — il cite Main et Henry — qu'on rencontre les " time-scales " les plus défectueuses.

Cette question, qui ne manque pourtant pas d'importance, paraissait un peu oubliée, lorsque l'attention fut ramenée sur elle par une note de M. F. Boquet[3]. L'auteur a considéré de

[1] Voy. *Astr. Nachr.*, 1545, p. 139.

[2] *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, IV, p. 197, Boston, 1859.

[3] *Bulletin astronomique*, VI, p. 337, 1889.

longues séries de passages obtenues par trois des astronomes les plus expérimentés de l'Observatoire de Paris, et il a déterminé pour chacun le nombre de fois que chaque dixième a été noté. Il arrive à ces conclusions, qui sont précisément celles de Peirce :

1° Il existe une loi d'évaluation de chaque dixième qui paraît sensiblement constante pour un même observateur ;

2° Cette loi varie d'un observateur à l'autre.

A l'occasion de la note de M. Boquet, je publiai[1] une étude assez complète sur l'*équation décimale*.

En même temps, M. G. Lewitzky, de Charkow, communiquait quelques déterminations le concernant, et rappelait les recherches de Zinger sur cette question[2]. Ces recherches remontent à 1871, elles sont publiées en langue russe et par conséquent peu accessibles.

Enfin plus récemment, M. P. Bruck[3] a fait connaître au même point de vue les résultats tirés de ses observations à l'instrument méridien de Besançon.

Je groupe dans le Tableau suivant quelques-uns des nombres cités par les auteurs précédents, en réservant pour une discussion spéciale ceux qui me concernent.

		NOMBRE POUR 1000 D'OBSERVATIONS DU DIXIÈME									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Paris	A.	113	105	193	111	36	44	29	58	185	125
	B.	250	77	103	61	114	85	47	74	94	95
	C.	169	78	132	81	50	58	57	113	141	121
Charkoff	L.	137	161	137	98	73	63	52	51	85	143
Besançon B.	1888. . .	143	77	70	75	71	86	58	108	163	169
	1889. . .	139	88	88	103	100	115	95	91	85	96

Il y a là, comme on voit, des irrégularités faites pour

[1] *Bulletin astronomique*, VI, p. 471, 1889.

[2] *Astr. Nachr.*, 2959 et 2981, 1890.

[3] *Bulletin astron.*, VII, p. 413, nov. 1890.

surprendre au premier abord : ainsi A note 193 fois le dixième 2 et seulement 29 fois le dixième 6 ; B attribue le dixième 0 au quart du nombre total de ses évaluations. Il semble ressortir de ce Tableau qu'il y a souvent prédominance du dixième 0 et pénurie des dixièmes 4, 5 et 6. La suite de cette discussion montrera que cette loi n'est pas générale.

Pour bien caractériser l'équation que nous étudions ici, soient e_d l'équation personnelle totale particulière à un dixième d, n_d le nombre de fois que ce dixième est noté dans une série de 1000 passages où l'on suppose les dixièmes réels également répartis, e l'équation personnelle affranchie de l'équation décimale, c une valeur constante dans la série d'observations que l'on considère ; on a les relations :

$$e_d = e + c + \varepsilon_d, \qquad \text{d'où} \qquad \varepsilon_d = e_d - (e + c).$$
$$\Sigma n_d = 1000\,; \quad \Sigma n_d e_d = 1000(e+c)\,; \quad \Sigma n_d \varepsilon_d = 0.$$

D'un autre côté, pour calculer l'erreur moyenne ε d'un passage, on considère les écarts de chaque valeur individuelle avec la moyenne générale. Ces écarts comprennent d'une part l'erreur E purement fortuite, d'autre part les erreurs ε_d variables d'un dixième à l'autre et que l'on peut assimiler dans l'ensemble à des écarts accidentels. Envisagée de cette sorte, l'équation décimale a une valeur moyenne définie par la relation

$$E' = \pm\sqrt{\frac{\Sigma n_d \varepsilon_d^2}{1000}},$$

et on peut écrire :

$$\varepsilon^2 = E^2 + E'^2.$$

Ainsi, comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire, une manière défectueuse de fractionner la seconde peut donner lieu : 1° à une erreur constante c qui modifie l'équation personnelle proprement dite ; 2° à un écart moyen E′ qui accroît l'erreur accidentelle d'un passage. Mais tandis que E′ est facilement calculable, c ne peut être séparé de e.

Dixièmes.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ε_d . . .	+3,9	+1,9	+1,3	+0,6	−2,6	−2,6	−3,2	−2,3	−0,6	+3,4
ε_d^n . . .	+2,9	+2,0	+0,9	−0,6	−2,3	−2,9	−3,0	−1,5	+1,6	+3,2
n_d . . .	83	99	79	91	75	112	87	142	120	112

On voit que du dixième 9 ou 0 au dixième 4 ou 5, ε_d varie de plus de $0^s,06$.

L'accord des deux séries ε_d et ε_d^n paraît fort satisfaisant, surtout si on tient compte de l'erreur probable de chaque valeur.

Les étoiles de la zone défavorable se prêtent aussi à la recherche des corrections systématiques. Toute valeur individuelle de l'ascension droite d'une étoile, comparée à la moyenne de l'ensemble des déterminations (en nombre supposé suffisant), donne un écart que l'on peut exprimer en fonction des erreurs inhérentes aux dixièmes notés dans l'observation correspondante : chaque équation ainsi obtenue ne contient du reste qu'un petit nombre d'inconnues.

Cent équations ont été formées de cette façon et traitées par la méthode des moindres carrés ; mais ce nombre étant insuffisant, l'indétermination pour la plupart des inconnues à été trop grande ($\pm$ $0^s,03$). Toutefois il n'est pas sans intérêt de reproduire les équations normales. Afin de faciliter la comparaison avec une observation à 10 fils, on y remplace par leur valeurs approchées les inconnues dont le coefficient est inférieur à 1, et on ramène à 10 la somme des coefficients. On aura donc l'erreur d'une observation à 10 fils en divisant par 10 le terme tout connu. On donne d'autre part, dans la dernière colonne, entre parenthèses, les valeurs que prennent les premiers membres lorsqu'on y substitue les valeurs ε_d trouvées ci-dessus.

0	$3,6\varepsilon_9$	$+4,3\varepsilon_0$	$+2,1\varepsilon_0$	$=+0^s,40$	$(+0^s,33)$
1	$1,4\varepsilon_9+2,6\varepsilon_0$	$+4,3\varepsilon_1$	$+1,7\varepsilon_2$	$=+0,43$	$(+0,21)$
2	$2,9\varepsilon_1$	$+4,5\varepsilon_2$	$+2,6\varepsilon_3$	$=+0,16$	$(+0,13)$
3	$2,2\varepsilon_2$	$+4,8\varepsilon_3$	$+3,0\varepsilon_4$	$=-0,23$	$(-0,02)$
4	$2,8\varepsilon_3$	$+4,4\varepsilon_4$	$+2,7\varepsilon_5$	$=-0,22$	$(-0,17)$
5	$2,2\varepsilon_4$	$+4,8\varepsilon_5$	$+3,0\varepsilon_6$	$=-0,26$	$(-0,28)$

6	$2,1\varepsilon_5$	$+4,8\varepsilon_6$	$+3,1\varepsilon_7$	$=-0,25$	$(-0,28)$
7	$2,5\varepsilon_6$	$+5,4\varepsilon_7$	$+2,1\varepsilon_8$	$=-0,05$	$(-0,19)$
8	$2,2\varepsilon_7$	$+5,1\varepsilon_8$	$+2,7\varepsilon_9$	$=+0,15$	$(+0,08)$
9	$2,3\varepsilon_8$	$+5,2\varepsilon_9$	$+2,5\varepsilon_0$	$=+0,22$	$(+0,29)$

On voit que les deux séries de déterminations, obtenues par des voies et d'après des observations différentes, ont même allure et contiennent à peu près les mêmes valeurs.

Adoptons comme vraisemblablement plus exactes celles de la seconde série (parenthèses), et désignons-en par ε'_d la 10e partie : ε'_d représente ainsi l'influence de l'équation décimale sur la moyenne d'une observation à 10 fils, lorsque les passages ont lieu seulement à 3 ou 4 dixièmes consécutifs. De même les valeurs ε_d, obtenues précédemment, représentent l'erreur analogue dans le cas où le même dixième est noté à tous les fils.

Ces erreurs, systématiques dans la même observation, ont un caractère accidentel dans un ensemble de déterminations relatives à la même étoile. On a comme valeurs moyennes :

$$\sqrt{\frac{\Sigma \varepsilon^2_d}{10}} = \pm\, 0^s,025 \qquad (\delta = \pm\, 4^\circ)$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma \varepsilon'^2_d}{10}} = \pm\, 0^s,022 \qquad (\delta = 0 \text{ ou } \pm\, 6^\circ)$$

Or on a trouvé plus haut, par d'autres considérations, que l'erreur qui représente dans la même région du ciel l'équation décimale a pour valeur $\pm 0^s,025$: on voit qu'il y a concordance entre ces nombres.

Au contraire, si l'on considère des observations contenant tous les dixièmes, ou par exemple 5 dixièmes différents, espacés de deux en deux, l'erreur est nulle ou très faible.

On peut donc affirmer que dans les instruments méridiens *la disposition des fils à des intervalles correspondant à des nombres entiers de secondes, peut avoir une influence fâcheuse sur les observations.*

Dès la fin de 1884, un changement du réticule remédia à ce défaut dans notre instrument.

45. Je vais examiner maintenant les variations de l'équation décimale avec le temps.

J'indique dans le Tableau suivant, la proportion de chaque dixième trouvée à diverses époques dans mes observations d'étoiles équatoriales.

NUMÉRO	DATE	NOMBRE POUR 1000 D'OBSERVATIONS DU DIXIÈME									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1883-84	89	90	92	84	83	115	86	133	119	109
2	1886	78	98	118	101	94	77	75	140	124	95
3	1889	46	114	135	73	98	110	126	111	97	90
4	1890	116	125	94	36	83	89	135	124	96	102

La série 1 correspond à la période que nous avons examinée plus haut. En faisant le dénombrement des dixièmes, on a laissé de côté toutes les étoiles de la zone défavorable. Cette série ne montre pas de grands écarts, mais il faut remarquer que la première moitié compte seulement 438 observations contre 562 dans la deuxième : cette disproportion témoigne d'erreurs systématiques d'une certaine gravité, que nos recherches précédentes ont effectivement mises en évidence.

Au moment où une meilleure disposition fut donnée au réticule de notre instrument, je m'appliquai pendant quelque temps à fractionner plus exactement la seconde.

D'autre part, à partir du mois de juin 1885, le service méridien comportait l'observation d'un grand nombre de circompolaires, dans la zone 85 à 90° de déclinaison, région où il n'est guère possible d'estimer plus que de la demi-seconde. Cette circonstance a pu influer sur la façon d'observer les étoiles équatoriales, qui n'entraient que pour un sixième environ dans le nombre total des observations. Quoi qu'il en soit, la loi d'évaluation était en 1886 celle qu'indique la

série 2. Elle présente, relativement à la précédente, des changements notables; chaque moitié notamment comprend à peu près le même nombre de passages.

La série 3 correspond à une période où les observations étaient également réparties dans toutes les régions du ciel; la diversité des conditions, quant à la vitesse et au sens du déplacement, a pu réagir sur la façon d'observer acquise antérieurement dans des circonstances plus uniformes. En tout cas, dans l'intervalle de 1886 à 1889, l'observateur ne s'est d'aucune manière préoccupé de l'équation décimale. La comparaison des séries 2 et 3 montrent de très importants changements affectant presque tous les dixièmes. C'est pour le dixième 0 que le nombre d'observations s'écarte le plus de la normale.

Les corrections qui se rapportent à la série 3 sont les suivantes :

Dixièmes.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ε_d. . . .	−2,1	−3,8	+0,7	+0,4	−1,8	−0,8	+0,2	+2,9	+2,6	+0,7
ε_d^n. . . .	−1,1	−3,1	−0,7	−0,2	−1,6	−1,3	+0,5	+2,3	+2,8	+2,1

Ici encore les deux séries de valeurs concordent suffisamment bien. On peut donc admettre que la formule proposée donne assez exactement l'équation décimale en fonction du nombre d'observations afférent à chaque dixième.

On remarque la tendance à estimer trop fortes les petites fractions voisines de 0, à noter par exemple 0,1 une fraction plus petite que 0,05, ou dans l'autre sens à reporter sur 0,8 une fraction plus grande que 0,85. Cette tendance était tout opposée dans les observations de 1883-84.

Tous les résultats que je viens de rapporter m'étaient connus en octobre 1889. A partir de cette époque, mon attention a été tenue en éveil pendant quelque temps; mais durant mes recherches sur l'équation personnelle, je me suis assez peu préoccupé du fractionnement de la seconde. La loi d'évaluation du dixième dans mes observations à l'appareil à équation est donnée par la série 4, qui diffère beaucoup de

la précédente : le changement le plus saillant est celui qui concerne le nombre d'observations au dixième 0, 116 au lieu de 45; par contre, il y a déficit de 64 pour 100 au dixième 3.

Il ressort de cet exposé que l'équation décimale peut varier assez facilement. J'ai cité (p. 102) deux séries d'observations de M. Bruck : l'amélioration considérable dont témoigne la deuxième résulte uniquement d'un effort soutenu d'attention, l'observateur n'ayant aucune indication sur l'allure de ses observations antérieures.

Ainsi, pour un observateur non prévenu et relativement à des étoiles de même déclinaison, l'équation décimale peut varier avec le temps sous l'influence de certaines circonstances, telles, par exemple, qu'un changement dans le plan général des observations.

Il suffit que l'attention de l'observateur soit appelée sur cette erreur pour qu'aussitôt la loi d'évaluation du dixième soit modifiée en ses points les plus défectueux.

On peut déduire des nombres proportionnels n_d une valeur assez exacte des corrections décimales ε_d.

46. L'étude des passages artificiels va maintenant nous fournir des indications sur les changements qui tiennent à la vitesse de l'astre, au sens de son déplacement apparent et à sa forme.

On a déterminé, dans chacun des cas envisagés, l'équation personnelle relative à l'estime de chaque dixième : la comparaison des valeurs particulières à la moyenne de l'ensemble a donné les valeurs de ε_d représentant l'équation décimale privée de sa partie constante. En même temps, on a calculé les nombres proportionnels n_d.

Voici les résultats obtenus : on indique par N le nombre de passages examinés dans chaque cas ; l'unité est toujours $0^s,01$.

DIXIÈMES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\frac{E'}{N}$
PETIT INSTRUMENT.											
1. Etoiles de 6e grandeur ; $\frac{1}{v} = 1$, sens direct.											
ε_d	− 2,5	+ 3,0	+ 1,0	+ 0,7	− 1,1	− 3,9	+ 5,5	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,3	± 2,7
n_d	97	134	73	75	82	113	121	109	73	123	440
GRAND INSTRUMENT.											
2. Etoiles de 6e grandeur ; $\frac{1}{v} = 0,9$ à 1,3, sens direct.											
ε_d	+ 1,7	+ 3,2	+ 2,4	+ 3,1	− 4,3	− 3,7	− 3,3	+ 1,3	− 0,3	+ 0,8	± 2,9
n_d	116	125	94	36	83	89	135	124	96	102	700
3. Etoiles de 6e grandeur ; $\frac{1}{v} = 0,9$ à 1,3, sens inverse.											
ε	+ 5,4	+ 6,5	+ 1,4	− 4,3	− 3,3	− 4,8	− 3,4	− 4,1	+ 1,9	+ 3,8	± 4,0
n_d	111	92	48	45	87	122	139	104	113	139	380
4. Etoiles de 6e grandeur ; $\frac{1}{v} = 1,8$ à 2,3, sens direct.											
ε_d	+ 0,6	+ 1,4	+ 3,4	0,0	− 2,8	− 3,1	− 4,4	+ 0,7	+ 3,5	+ 1,5	± 2,6
n_d	97	158	88	55	60	123	121	110	75	113	500
5. Etoiles de 1re et 2e grandeur ; $\frac{1}{v} = 1$, sens direct.											
ε_d	+ 6,6	+ 7,6	+ 1,9	− 3,1	− 6,6	− 6,3	− 6,8	+ 4,1	+ 5,7	+ 2,1	± 5,3
n_d	68	34	59	59	118	94	136	170	110	152	120
6. Soleil, bord I ; $\frac{1}{v} = 1$, sens direct.											
ε_d	+ 8,6	+ 6,6	+ 4,8	+ 0,5	− 1,1	− 7,9	− 8,1	− 7,7	0,0	+ 5,3	± 5,8
n_d	93	83	80	69	66	73	87	135	184	130	290
7. Soleil, bord II ; $\frac{1}{v} = 1$, sens direct.											
ε_d	+ 2,7	+ 7,0	+ 6,8	+ 5,2	+ 0,7	− 1,7	− 5,6	− 6,1	− 7,5	− 0,9	± 4,7
n_d	171	111	66	60	45	121	70	80	100	176	200
8. Pendule battant 0s,57 ; Etoiles de 6e grand., $\frac{1}{v} = 1$, sens direct.											
*ε_d^c	− 3,2	+ 2,8	+ 4,1	+ 3,2	+ 4,8	− 3,5	− 6,6	+ 0,5	+ 0,3	− 0,6	± 3,3
ε_d	− 1,8	+ 1,6	+ 2,3	+ 1,8	+ 2,7	− 2,0	− 3,7	+ 0,3	+ 0,2	− 0,3	± 1,9
n_d	113	171	101	57	61	93	110	97	93	105	250

* Le centième d'une oscillation étant pris pour unité.

Le nombre des observations est parfois insuffisant et les valeurs de n_d présentent une assez grande incertitude, dans le cas des étoiles de première grandeur par exemple; d'autant plus qu'une égale répartition des dixièmes réels est moins probable ici que dans les séries d'observations sur le ciel[1]. Malgré ces réserves, la lecture de ce Tableau donne lieu à des remarques intéressantes, que nous baserons surtout sur l'examen des erreurs.

1° Les séries 1 et 2, petit et grand instrument, présentent entre elles des divergences notables, aux dixièmes 0 et 6 principalement. Dans la 1re série, les valeurs de ε_d présentent entre les dixièmes 6 et 7, une sorte de solution de continuité qui n'existe pas dans la 2e; mais celle-ci montre un changement brusque, de sens inverse au précédent, dans l'intervalle des dixièmes 3 et 4. C'est probablement à la différence d'épaisseur angulaire des fils (0^s, 20 et 0^s,08), qu'il faut attribuer ces changements.

2° Le rapprochement des séries 2 et 3 indique des variations importantes dues au changement de sens : à noter particulièrement l'accroissement de l'erreur relative aux dixièmes 9, 0 et 1. Mais nous avons trouvé (p. 69), que la variation de l'équation personnelle, du sens direct au sens inverse, atteint $+0^s$,05, dans la méthode **Œ-O**, tandis qu'elle est nulle dans la méthode **E**. Si nous retranchons 5,0 à chacune des valeurs de la série 3, nous voyons que les valeurs se rapportant aux dixièmes voisins de 0 se rapprochent après cette correction de celles qui leur correspondent dans la série 2. Or il paraît logique d'admettre que, près du fil, le mode d'estime est peu affecté par le changement de sens et que la modification a lieu principalement dans le cas où la fraction à apprécier se rapproche d'une demi-seconde. Il est par conséquent très probable que le changement de l'équation personnelle dans le cas qui nous occupe est corrélatif d'un changement dans la constante de l'équation décimale.

[1] C'est pour cette raison qu'on n'a pas cru devoir calculer les ε_d^n.

Remarquons d'ailleurs que la valeur moyenne E′ est sensiblement plus forte dans la série 3 que dans la série 1 ; il en résulte que l'erreur moyenne d'un passage doit être un peu plus forte en sens inverse qu'en sens direct : c'est en effet ce qui a été constaté (p. 40).

3° Lorsque la vitesse est réduite de moitié (série 4), les valeurs de ε_d aussi bien que celles de n_d conservent à peu près la même allure qu'à la vitesse équatoriale. L'écart moyen E′, loin d'augmenter, paraît plutôt diminuer. Si l'on remarque qu'au contraire l'erreur accidentelle principale E croît lorsque la vitesse diminue, on est conduit à admettre que l'influence de l'équation décimale sur l'erreur moyenne d'un passage tend à s'annuler lorsque la déclinaison augmente.

4° Avec les étoiles de première grandeur (petits disques de 3 à 4″ de diamètre), le changement est complet. Il faut remarquer surtout l'accroissement de l'écart moyen, qui atteint ici $\pm 5,3$.

On peut faire la vérification suivante. A la vitesse équatoriale, nous avons trouvé (p. 47), dans le cas d'étoiles de 6e grandeur,

$$\varepsilon^2 = \overline{7,3}^2.$$

La série 2 nous donne d'autre part

$$E'^2 = \overline{2,9}^2.$$

De la relation $\varepsilon^2 = E^2 + E'^2$, nous tirons

$$E^2 = \overline{6,7}^2.$$

En partant de cette valeur nous obtenons

$$\varepsilon^2\,(1^e\ \text{gr.}) = \overline{6,7}^2 + \overline{5,3}^2 = \overline{8,5}^2.$$

d'où

$$\frac{\varepsilon^2\ (6^e\ \text{gr.})}{\varepsilon^2\ (1^e\ \text{gr.})} = 0,73.$$

Or nous avons trouvé directement (p. 84) 0,71 comme valeur du même rapport : la concordance est complète.

On sait d'autre part que la variation de l'équation personnelle relative aux étoiles de 1e grandeur est plus forte dans

la méthode **Œ-O** que dans la méthode **E** : on est donc en droit d'admettre qu'une partie de cette variation provient d'un changement de la constante décimale.

Dans le cas que nous examinons, l'exagération de l'équation décimale tient sans doute à la difficulté qu'éprouve l'observateur à comparer la position du fil au centre de l'image : il est probable que l'observation est avant le passage rapportée à un point différent du centre, et qui n'est plus le même dans l'évaluation de la fraction complémentaire, après le passage.

5° Si nous examinons maintenant les séries 6 et 7 relatives au Soleil, nous voyons que les nombres n_d, tout aussi bien que les valeurs ε_d, diffèrent beaucoup entre le bord I et le bord II. Ce fait n'a rien d'étonnant, car pour le premier bord la fraction à estimer correspond à un intervalle relativement obscur, tandis que la fraction complémentaire est mesurée sur un espace brillant : on juge mal du rapport de ces deux intervalles si inégalement éclairés. Pour le bord II, les intervalles à estimer se présentent en sens inverse. On doit donc s'attendre non seulement à une modification dans l'allure des ε_d, mais aussi à un changement de constante : on a en effet trouvé (p. 91) que la différence d'équation personnelle du bord I au bord II est de $0^s,08$, tandis qu'elle ne dépasse pas $0^s,02$ par la méthode électrique.

Les fortes valeurs de l'écart moyen indiquent aussi que la précision des observations doit être beaucoup moindre pour le Soleil que pour les étoiles de grandeur normale ; c'est en effet ce que nous avons constaté (p. 92).

A remarquer une certaine analogie entre la série 6 relative au premier bord du Soleil et la série 5 relative aux grosses étoiles.

6° La série 8, qui concerne l'emploi du pendule court, montre que les valeurs ε_d^c rapportées à une oscillation de $0^s,57$ comme unité, sont comparables à celles que donnent les observations faites avec le pendule à seconde. Mais en considérant les valeurs ε_d, exprimées en fractions de seconde, on

trouve que la valeur de l'écart moyen ne dépasse pas $\pm$ 1,9, tandis que dans les mêmes conditions la méthode ordinaire conduit à une valeur de $\pm$ 2,9. L'emploi d'un pendule court atténue donc l'équation décimale.

Ainsi donc,

Parmi les circonstances qui peuvent faire varier l'équation décimale, il faut noter : la grandeur de l'instrument, le sens du déplacement, la forme apparente de l'astre, et, à un degré moindre, la vitesse.

C'est en grande partie à l'équation décimale qu'il faut rapporter l'accroissement de l'erreur moyenne dans les passages des grosses étoiles, des bords solaires, etc.

Les variations de l'équation personnelle avec le sens du déplacement, ou avec le bord observé dans les passages des astres à disque apparent, correspondent probablement à un changement dans la constante de l'équation décimale.

En réduisant à $0^s,5$ ou $0^s,6$ l'intervalle entre les battements du compteur, on atténue l'équation décimale dans la même proportion.

47. En dehors de toute hypothèse sur l'origine de l'équation personnelle, on peut trouver à l'équation décimale un certain nombre de causes.

1° Lorsqu'il s'agit de fractionner un intervalle limité par des points fixes, l'observateur rapporte son estime, ainsi que le dit Peirce, à une *échelle* qui lui est propre, et qui peut être plus ou moins incorrecte. Voici, par exemple, les constatations que j'ai pu faire sur deux observateurs non prévenus, qui ont bien voulu noter en dixièmes les fractions que je leur indiquais, à 2 mètres de distance, sur une règle de $0^m,1$. L. C. note 0,2 pour 0,13, 0,3 pour 0,23, 0,4 pour 0,32 et reporte sur 0,4 la fraction 0,45 : il y a accumulation sur le dixième 4. M. L. met ordinairement 0,8 pour 0,87, 0,7 pour 0,76 et 0,6 pour 0,66, tandis que 0,55 est estimé 6 : il y a trop d'observations sur le dixième 6.

Ces erreurs d'appréciation doivent être attribuées à un défaut d'éducation, d'où résulte l'habitude de juger à première vue deux grandeurs dans un rapport autre que celui qu'un peu d'attention nous montre entre elles : ainsi, en typographie, la partie supérieure et la partie inférieure des 8888 nous paraissent au premier abord sensiblement égales ; si on renverse la page, la différence entre les deux boucles saute aux yeux.

Cependant il faut tenir compte de l'astimagtisme de l'œil, qui peut nous faire juger inégales les deux parties d'un intervalle dont le milieu est cependant marqué exactement. C'est par cette considération que M. Wolf explique le changement de son équation avec le sens du déplacement [1].

Mais je me suis assuré sur diverses personnes que cette erreur d'estime n'est pas en moyenne supérieure à un centième de l'intervalle à partager.

2° Dans l'observation des passages, l'opération qui consiste à subdiviser l'intervalle parcouru par l'étoile en une seconde se complique de cette autre : la limitation de la distance à fractionner. Or cette dernière opération est sujette à certaines erreurs. Par exemple, lorsque à la seconde ronde l'étoile tombe près du fil, il peut en résulter une certaine gêne qui amène l'observateur à anticiper ou retarder, à cet instant, le battement intérieur auquel il rapporte la position de l'astre: tel est peut-être le cas de l'observateur B, cité au commencement de ce chapitre, qui note 250 fois sur 1000 le dixième 0.

D'autre part, l'astronome, pressé d'inscrire l'observation sur son carnet, peut être entraîné à pointer systématiquement trop tôt la position correspondant à la seconde entière qui suit le passage : c'est une tendance que j'ai cru constater à certaine époque sur moi-même. Dans ce cas, les derniers dixièmes sont erronés par excès.

3° L'évaluation de la fraction devrait toujours se faire par

[1] *Loc. cit.*, p. 174.

comparaison de l'intervalle qui précède le fil à celui qui le suit. Cependant les petites fractions 0,1, 0,2 et parfois 0,3, comme aussi les fractions complémentaires de même valeur, sont très souvent estimées d'une façon absolue ; le terme de comparaison n'existe plus que dans la mémoire, mal déterminé d'ailleurs par suite des changements de vitesse. En général, cette manière de procéder aura pour résultat de faire noter, par exemple, 2 pour 3, 3 pour 4, ou dans l'autre sens, 8 pour 7, 7 pour 6 ; par suite il y aura pénurie des dixièmes moyens. C'est en effet la tendance qu'indiquent la plupart des résultats que j'ai cités.

48. Les conclusions pratiques qui se dégagent de cette étude peuvent se résumer en quelques mots :

Proscrire des instruments méridiens la disposition des fils à des intervalles pouvant amener la répétition du même dixième ;

Suivre encore l'étoile une ou deux secondes après son passage, et toujours comparer la fraction à estimer à la fraction complémentaire ;

De temps à autre, porter spécialement l'attention sur le mode de fractionnement de la seconde.

Moyennant ces précautions l'équation décimale, constante à part, pourra être considérée comme sensiblement négligeable.

La constante de l'équation décimale ne pouvant être obtenue isolément, il est difficile d'indiquer entre quelles limites elle peut varier ; ici, on est réduit aux conjectures. On peut toutefois admettre que le changement d'équation personnelle du sens direct au sens inverse ne dépasse guère $0^s,10$: en attribuant ce changement à la constante considérée, on serait amené à la limiter entre $+ 0^s,05$ et $- 0^s,05$.

L'erreur que nous venons d'étudier n'existe pas dans la méthode électrique : c'est une supériorité sur laquelle Peirce n'avait pas manqué d'insister.

Toutefois les expériences de M. Leitzmann[1] tendraient à mettre en évidence un effet de perturbation dans l'enregistrement électrique, par la gêne que cause à l'observateur le bruit régulier du compteur ou du chronographe.

Je n'ai pas trouvé de perturbation de cette sorte dans mes observations. J'ai seulement constaté qu'il y a grande difficulté à observer le même passage simultanément par les deux méthodes, surtout lorsque l'étoile arrive sous le fil à l'instant d'un battement: l'observation électrique est dans ce cas presque toujours erronée.

[1] V. *Bulletin Astr.*, V, 436, 1888.

CHAPITRE VI

ORIGINE DE L'ÉQUATION PERSONNELLE

49. En même temps qu'il signalait l'existence des équations personnelles, Bessel en indiquait la cause :

« La différence des estimes se comprendra, dit-il, si l'on admet que les impressions sur l'œil et sur l'oreille ne peuvent être comparées l'une à l'autre au même moment, et que deux observateurs emploient des temps différents pour superposer l'une de ces impressions à l'autre. La différence sera plus grande encore, si les deux observateurs suivent une marche différente, l'un passant de la vue à l'audition, l'autre de l'audition à la vue. Que des méthodes différentes d'observation puissent modifier cette différence, cela n'a rien de surprenant, si l'on regarde comme vraisemblable qu'une impression sur l'un des deux sens seulement est perçue au moment ou presque au moment où elle est produite, et que c'est l'arrivée d'une seconde sensation qui apporte une perturbation, variable suivant la nature de cette dernière sensation[1]. »

M. Faye a repris cette explication en la présentant sous une forme saisissante[2].

[1] D'après M. Wolf, *Ann. de l'Obs. de Paris*, Mém., VIII, p. 186.

[2] *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, LIX, p. 475, 1864.

« Imaginez que l'esprit soit un œil placé dans l'intérieur du cerveau, un œil attentif aux modifications que chaque sensation détermine dans les filets nerveux qui y aboutissent. Si les sensations de même nature se produisent en un même point, cet œil intérieur jugera aisément si elles sont successives ou simultanées ; mais si elles proviennent de sens différents dont les nerfs aboutissent à des régions différentes du cerveau, l'œil intérieur aura besoin de se mouvoir pour passer d'une région à l'autre, et le temps ainsi employé ne sera pas perçu ; des sensations séparées par un intervalle très réel seront notées à faux comme simultanées. Le temps perdu, le temps ainsi employé à aller d'une sensation à l'autre peut s'élever à plus d'une seconde ; il variera d'ailleurs d'un individu à l'autre, selon la rapidité avec laquelle son œil interne se meut pour contempler successivement les touches de ce clavier prodigieusement complexe qu'on nomme le cerveau.

« Je n'ai pas besoin de dire que je n'attache aucune réalité à cette comparaison ; notre esprit n'est pas un œil intérieur. Toujours est-il que la nécessité de comparer deux sensations d'origine différente condamne l'esprit à un travail bien singulier, puisqu'il emploie un temps si considérable à établir une communication entre des filets nerveux différents. Cette besogne est d'ailleurs très fatigante, tandis que la comparaison de sensations de même origine ne l'est pas ou l'est beaucoup moins. »

50. M. C. Wolf a fait entrer cette question dans une voie nouvelle [1].

Il distingue dans l'équation personnelle deux parties : l'une qui est purement du domaine de la physiologie, l'autre qui représente la durée d'une opération psychologique ; celle-ci susceptible d'élimination par une éducation appropriée, celle-là absolument nécessaire.

Au début de ses recherches, M. Wolf avait une équation

[1] *Loc. cit.*, p. 187 et suiv.

de $+0^s,30$. Prévenu, il n'eut pas de peine à reconnaître dans son estime cette sorte de temps mort dont parle M. Faye. Mais involontairement un travail d'exercice se fit en lui, et en deux ou trois mois son équation tomba à $+0^s,11$. Dès lors elle se fixa à ce point et resta constante tant que durèrent les expériences.

Ainsi réduite, cette équation provenait-elle, suivant l'opinion reçue, d'un défaut de coordination entre deux perceptions arrivant par des organes différents? Si oui, elle devait probablement changer avec la nature des sensations, ou disparaître dans la superposition de deux perceptions arrivant par la même voie. Après avoir supprimé toute espèce de battement auditible, M. Wolf se fit donner la seconde par de légères commotions dans les doigts : son équation resta la même. Il fit ensuite marquer la seconde en produisant dans le champ de la lunette un éclair instantané au moyen d'une bobine d'induction ou d'un petit tube de Gessler placé devant l'objectif : à $0^s,01$ ou $0^s,02$ près, il n'y eut pas de changement.

De ces expériences M. Wolf conclut que :

« Si la cause indiquée par Besssel et par M. Faye peut être admise pour l'explication des fortes équations personnelles, comme elle peut expliquer l'erreur des personnes qui, par défaut d'éducation musicale, ne peuvent suivre le rythme d'un morceau, il me semble impossible de continuer à l'admettre pour expliquer l'équation personnelle dont l'éducation ne nous affranchit pas. »

Et le savant astronome en recherche la cause :

« J'examinerai d'abord le cas le plus simple, celui où le même sens, la vue, perçoit à la fois l'étoile en mouvement et la seconde.

« Ma correction personnelle est positive dans ce cas comme dans les autres..... Si au moment où la seconde est perçue, je pouvais pointer dans le champ de la lunette la position vraie occupée par l'étoile, cette position serait toujours en arrière de celle à laquelle je rapporte l'étoile d'une quantité équiva-

lente en temps à ma correction personnelle. Or, il m'a été facile de m'assurer qu'il en est réellement ainsi.

« Supposons devant la lunette une plaque de mire percée de trois trous très petits, situés sur une même verticale et très rapprochés. Si nous éclairons le trou du milieu d'une manière continue et les deux autres à des intervalles quelconques, de seconde en seconde par exemple, par une lumière instantanée, comme une étincelle d'induction, les trois trous paraîtront exactement en ligne droite tant que la mire restera au repos. Mais vient-on à faire mouvoir celle-ci d'un mouvement horizontal, au moment de l'illumination des trous extrêmes, ceux-ci paraissent déplacés par rapport au trou du milieu, et constamment en retard, eu égard au sens du mouvement. Ce déplacement est d'autant plus grand que le mouvement est plus rapide.

« Si dans cette expérience, l'apparition des étincelles a lieu à des intervalles de temps irréguliers,..... l'image de l'étoile apparaît toujours parfaitement nette et sans déformation en avant des images des étincelles.

« Mais si le retour périodique des étincelles est parfaitement rythmé, de façon que l'œil soit toujours prévenu du moment où elles vont éclater et de la position où elles apparaîtront, le phénomène est un peu différent. L'image de l'étoile, toujours déviée en avant dans le sens du mouvement et *de la même quantité que précédemment*, se prolonge en arrière par une sorte de queue qui se termine exactement sur la ligne de deux étncelles, de sorte que l'œil la voit à la fois dans toutes les positions comprises entre ces deux limites.

« Enfin si, au moyen d'un écran fixe, l'image continue disparaît au moment même où éclatent les deux étincelles, toute déviation est détruite, et les trois points, au moment de leur disparition simultanée, sont exactement en ligne droite.

« Ces expériences me semblent contenir tous les faits relatifs à l'équation personnelle dans le cas où la seconde est perçue par la vue, et en donner l'explication. La dernière

nous montre d'abord que la déviation de l'étoile est une illusion pure. La première représente, à fort peu près, le phénomène invoqué par M. Faye pour expliquer l'erreur ordinaire d'estime. Au moment imprévu où éclatent les étincelles, l'œil surpris par leur apparition porte sur elles toute son attention, cesse de voir l'étoile qui continue son mouvement et ne revient à celle-ci que lorsque les étincelles ont disparu. L'étoile a donc marché et paraît en avant d'une quantité *équivalente au temps pendant lequel persiste l'impression lumineuse des deux étincelles*. Il y a donc bien, entre le moment où la seconde est perçue, et le moment où l'œil pointe la position de l'étoile, un temps perdu; mais au lieu d'attribuer, avec M. Faye, à ce temps perdu une cause purement psychologique, je lui trouve une origine physiologique et une valeur physiologiquement déterminée. L'erreur commise dans l'appréciation de la position de l'étoile est égale à la durée de la persistance de l'impression lumineuse.

« Mais ce cas, je l'ai dit, n'est pas réellement celui d'un observateur exercé qui perçoit la sensation d'une seconde parfaitement rythmée. Il faut donc arriver à la seconde expérience. Cette fois, l'œil, prévenu du moment de l'apparition des étincelles, ne cesse pas de voir l'étoile, et à l'instant de l'explosion, il la voit sur la ligne des étincelles. Mais il continue à voir celles-ci pendant un certain temps, pendant lequel l'étoile marche et atteint la même position que précédemment à l'instant de la disparition des étincelles. Ainsi l'œil voit à la fois l'étoile dans toutes les positions comprises entre les deux extrêmes que je viens de définir. Pour lui, ces positions sont simultanées ; leur parcours correspond donc à un espace de temps *indivisible*. Et par conséquent l'observateur pourra rapporter la position de l'étoile, au moment où les étincelles ont éclaté, à l'un quelconque des points de ce parcours.

« Mais il faut remarquer, en outre, qu'au moment où il commence à apercevoir les étincelles, l'œil a encore la sensation de toutes les positions précédemment occupées par

l'étoile pendant un intervalle correspondant aussi à la durée de la persistance de l'impression lumineuse. L'observateur pourrait donc aussi rapporter la position de l'étoile au moment où il perçoit la seconde à l'un quelconque des points de ce parcours antérieur.

« Je conclurai donc de cette analyse que la correction personnelle d'un observateur qui perçoit par la vue une seconde exactement rythmée est nécessairement comprise entre deux limites, qui sont la durée de la persistance de l'impression lumineuse prise positivement ou négativement. »

51. Cette longue citation était nécessaire pour bien faire comprendre les expériences que M. Wolf considère comme capitales et surtout pour montrer la façon dont il en tire l'explication de son équation personnelle.

Cette explication convient seulement, jusqu'ici, au cas où la seconde est *vue;* il s'agit de passer au cas où la seconde est *entendue.*

M. Wolf remarque d'abord que, d'après ses expériences, son équation ne change pas quel que soit le mode de perception de la seconde; que, d'autre part, la durée de la sensation auditive étant moindre que $0^s,01$, elle ne peut faire varier l'équation que de quantités inférieures à celles que nous mesurons: on sait, en effet, que l'oreille peut saisir à $0^s,01$ près l'instant de la coïncidence des battements de deux chronomètres. Il en résulte que la cause reste dans tous les cas la même.

Ici je laisse parler M. Wolf:

« Au moment précis où la seconde est perçue, soit par l'ouïe, soit par le toucher, l'œil voit l'étoile, non seulement dans la position qu'elle occupe réellement, mais encore dans toutes les positions occupées précédemment pendant un temps égal à la durée de l'impression lumineuse. En outre, l'impression reçue par l'œil à ce moment va persister encore pendant un second intervalle de temps égal au premier, et

pendant lequel l'étoile parcourra toutes les positions symétriques des premières. D'ailleurs, *pour l'œil*, chacun de ces intervalles correspond à un espace de temps indivisible.

« L'observateur pourra donc rapporter la position de l'étoile, au moment où la seconde est perçue par lui, à l'un quelconque des points compris entre les limites que je viens de poser. De là cet énoncé :

« *La correction personnelle, dans l'estime des passages par l'œil et par l'oreille, est comprise entre deux limites qui sont toutes deux égales à la durée de l'impression lumineuse prise positivement et négativement.* »

M. Wolf a déterminé, à l'aide d'un miroir tournant, la durée de la persistance de l'impression lumineuse dans les conditions ordinaires d'observation.

La mire lumineuse étant fixe et la lunette immobile, il trouve que l'œil devient incapable de sentir la discontinuité d'impressions qui se succèdent en un même point à $0^s,05$ d'intervalle.

Mais si on imprime à la lunette un léger déplacement, les impressions successives viennent se faire en des points différents de la rétine ; la sensibilité n'étant pas émoussée par des ébranlements antérieurs, la persistance est plus considérable et alors l'observateur voit à la fois deux et trois images du point lumineux. On constate dans ce cas que l'on peut voir deux images simultanées tant que l'intervalle des émissions est au-dessous de $0^s,16$.

L'explication proposée pour une équation de $0^s,10$ à $0^s,12$ ne serait donc pas incompatible avec les valeurs obtenues pour la durée de l'impression lumineuse.

52. Telles sont les vues de M. Wolf. Elles ne paraissent pas avoir prévalu.

C'est toujours dans un défaut de coordination entre deux perceptions différentes que M. Langley voit la cause principale des équations personnelles. « Le cerveau humain et les nerfs, et derrière eux la volonté avec ses insondables

modes d'agir, forment un anneau inévitable dans la chaîne de l'appareil d'observation, et l'erreur à craindre ici peut être énormément supérieure à celle qui est produite par le reste de l'appareil[1]. »

Plus loin, l'éminent physicien s'exprime ainsi :

« Quand on observe quelque objet en mouvement, il se produit des faits bien connus :

« 1° Le système optique de l'œil produit sur la rétine une photographie instantanée, qui s'y peint d'une façon parfaitement distincte; cette image ne s'efface de la surface rétinienne qu'après un intervalle de 1/10 à 1/4 de seconde; la perception en est au contraire, dans les circonstances ordinaires, sensiblement instantanée; mais

« 2° Les nerfs portent l'impression distincte de chacune des parties de l'image au cerveau, et c'est ici, si on a à juger cette impression, qu'un certain temps est perdu, non seulement dans le transport du message le long d'un faisceau de nerfs et le retour de la réponse le long d'un autre, mais encore dans la décision prise par ce moi intérieur que nous concevons comme faisant ici acte plus ou moins conscient de volonté. »

C'est en somme l'explication de Bessel.

53. J'arrive maintenant à mes propres recherches sur cette question.

Le but pratique que je m'étais proposé à l'origine de ce travail était la détermination des corrections personnelles applicables aux observations méridiennes dont j'ai charge à l'observatoire de Lyon; loin de chercher à réformer mon éducation, je désirais connaître mon équation avec ses particularités, telle que l'avait faite une pratique régulière de neuf à dix ans d'observations. Aussi pour éviter toute influence modificatrice, me suis-je imposé d'ignorer complète-

[1] S. P. LANGLEY, *On the observation of sudden Phenomena* (*The american Journal of Science*, 3e s., XXXVIII, p. 93, 1889).

ment, durant les deux premiers mois l'usage de mon appareil, toute espèce de résultats.

Mais on a vu (p. 64) que depuis le moment ou j'ai connu la valeur de mon équation, vers le 15 octobre, jusqu'en février, mon mode d'estime, sauf quelques variations d'un caractère accidentel, est resté constant : je n'ai pas réussi à avoir conscience de cet écart de $0^s,3$ qui représente mon équation personnelle.

Or, d'après M. Wolf[1], « les fortes équations personnelles qui existent chez quelques observateurs et dont l'explication a été donnée par Bessel, ne sont que le résultat d'une éducation incomplète. L'emploi d'un appareil tel que celui que j'ai construit est très propre à les faire disparaître. Il élimine donc des observations une cause d'erreurs essentiellement variable, puisqu'elle n'a d'autre origine qu'une paresse de l'esprit. »

Mais cette affirmation est contredite par ce fait que l'on peut considérer, ainsi qu'on l'a vu plus haut, comme parfaitement établi :

Quoique forte, mon équation est bien fixée.

Il y avait dès lors intérêt à reprendre l'étude expérimentale de la question des origines de l'équation personnelle en suivant d'abord la même voie que M. Wolf.

En outre, des éclaircissements ont été demandés à de nouvelles expériences, dont un certain nombre m'ont été suggérées par mon maître, M. Ch. André.

Les résultats obtenus sont consignés dans les paragraphes suivants.

54. *Expérience I.* — J'ai perçu la seconde au moyen de petites commotions électriques (sensation tactile) à l'extrémité de la langue ; il a suffi d'appliquer à cet endroit, à 2 millimètres environ l'une de l'autre, les deux extrémités d'un circuit relié à celui de l'enregistreur de temps.

[1] *L. c.*, p. 201.

Une première série de déterminations différentielles a été obtenue sur le ciel, par comparaison aux observations faites à la manière ordinaire. A cet effet, les temps de passage de la même étoile étaient estimés à huit fils par chaque procédé. Il va sans dire que les battements du compteur étaient interrompus pendant les observations faites avec la seconde *sentie*.

Le 9 février, par 11 étoiles de 5 à 6e grandeur, images 4,5, j'ai obtenu[1] :

$$\Delta e\,(\text{Langue} - \text{Oreille}) = 0^s,00 \pm 0^s,02.$$

Erreur moyenne d'une détermination résultant des 8 : 8 passages d'une étoile : $\pm 0^s,06$.

D'autre part, j'ai obtenu à l'appareil à équation :

Date	I	Sensation	N. de fils	e	Δe
Février 19	4	Tactile.	25	$-0^s,30$	$+0^s,02 \pm 0^s,03$
		Auditive.	60	$-0^s,32$	

L'erreur moyenne de l'estime à 1 fil dans la méthode œil et langue est de $\pm 0^s,12$.

On peut admettre qu'il n'y a pas de changement. Ainsi :

Que la perception de la seconde résulte d'une sensation tactile ou d'une sensation auditive, mon équation ne varie pas.

55. *Expérience II.* — Dans les expériences suivantes, la seconde est perçue par la vue.

1° A l'extrémité d'un pendule, on fixe une petite lanterne, dont la flamme est visible seulement à travers une fente verticale de $1^{mm},5$ de largeur ; en avant se trouve une fente semblable pratiquée dans un écran fixe. On règle cette dernière de telle sorte que, d'une direction perpendiculaire au plan d'oscillation, on aperçoive la flamme au repos.

L'ensemble de cet appareil est placé à une distance de

[1] A moins d'indications contraires, les expériences sont faites à la vitesse 1, oculaire G_1, sens D.

quelques mètres, perpendiculairement à la direction de la lunette d'observation et à la hauteur de l'oculaire. Adaptons à celui-ci un oculaire nadiral, dont la disposition est bien connue, et orientons-en la glace transparente du côté du pendule, de façon à apercevoir par réflexion la fente lumineuse comme projetée sur le centre du champ. Met-on alors le pendule en mouvement, on perçoit à chaque oscillation, à des intervalles équidistants de 1^s, des émissions lumineuses de très courte durée : il suffit en effet que l'extrémité du pendule décrive un arc de $0^m,10$ pour que la durée de conjonction des fentes soit inférieure à $0^s,01$. C'est sur ce signal lumineux, toujours aperçu près du point où on observe le passage de l'étoile, que l'observateur compte la seconde.

Afin d'éviter le bruit rythmé provenant de l'échappement, on supprime celui-ci et les oscillations sont entretenues à une amplitude suffisante par des impulsions données à la main toutes les 3 ou 4 minutes.

L'interrupteur du pendule ne comporte qu'une seule lame de contact. On la règle de manière à ce que la durée de passage du courant soit la même que celle de l'interruption; par suite, chaque passage du pendule par la verticale est marqué par un mouvement de la plume du chronographe, qui enregistre ainsi le temps d'émission du signal lumineux.

Dans les déterminations faites de cette façon, la flamme apparaissait dans le champ comme une petite bande lumineuse de 6″ de largeur[1] sur 15″ environ de hauteur.

On a trouvé :

Date	I	Méthode	N. de fils	e	Δe (Fl. — Cr)
Février 19	4	Pend. à fl.	115	$-0^s,22$	$+0^s,10 \pm 0^s,02$
		Compteur.	48	$-0^s,32$	

Erreur moyenne d'un passage par la méthode de la seconde *vue* : $\pm 0^s,10$.

[1] Par suite de la réflexion sur les deux faces de la glace, on voit deux images juxtaposées.

2° On réduit à une fente verticale de $1^{mm},5$ de largeur l'ouverture par laquelle se transmet, à travers le tourillon creux, la lumière destinée à l'éclairage intérieur de la lunette. Entre la source lumineuse et l'ouverture, on fait passer un écran de treillis métallique, percé d'une fente semblable à celle qui limite le faisceau éclairant, et suspendu par une liaison rigide à l'extrémité d'un pendule, le même qui a été employé précédemment.

Au repos, les deux fentes et le centre de la lampe doivent se trouver en conjonction. Il est facile de se rendre compte de ce qui se passe quand on met le pendule en marche : la lumière qui traverse le treillis en assez forte proportion éclaire d'une façon continue le champ de la lunette ; mais au moment où les fentes sont en regard l'une de l'autre, il se produit un accroissement instantané de lumière, comme si un éclair éclatait en avant de l'objectif. Le retour régulier de ce phénomène donne l'impression d'une sorte de pulsation lumineuse, sur laquelle l'observateur peut facilement faire la numération des secondes. L'instant de chaque éclair est d'ailleurs enregistré par le chronographe. Cette expérience se fait sans difficulté lorsqu'on dispose de la lumière électrique, comme à l'observatoire de Lyon.

Voici les résultats obtenus par cette méthode :

Date	Images	N. de fils	e	Poids
Février 22	4	54	— $0^s,22$	1
— 28	4,5	57	— 0,22	1
— 24	4,5	63	— 0,23	1
— 26	3,5	62	— 0,28	0,5
		Moyenne. . .	— 0,23	

L'erreur moyenne d'un passage est de $\pm 0^s,09$. L'attribution du poids 0,5 à la dernière série est justifiée par la qualité seulement passable des images.

D'autre part la moyenne des déterminations obtenues dans ces quatre séances par la méthode de l'œil et de l'oreille est de $-0^s,31$. Il y a donc un changement de $+0^s,08$.

Ainsi, *les divers modes de perception de la seconde par la vue donnent lieu, relativement à l'observation par l'oreille, à des variations de l'équation personnelle comprises entre* $+0^s,08$ *et* $+0^s,10$.

56. *Expérience III.* — Jusqu'ici, dans toutes les observations de passages, la notion du temps résulte de la perception d'un signal rythmé. La suppression du rythme introduit-elle une modification dans l'équation de l'observateur ? La réponse à cette question résultera des expériences suivantes.

Soient (fig. 2), dans le plan focal de la lunette, F la position d'un fil fixe, F_m la position du fil mobile, C la position de

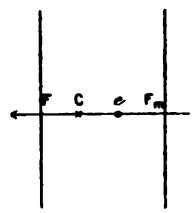


Fig. 2.

l'image du point lumineux au moment où l'appareil à équation émet un courant : toutes positions rapportées à une lecture sur le tambour de la vis micrométrique. Un récepteur téléphonique placé dans le circuit de l'appareil, résonne à l'instant[1] où l'étoile arrive en C.

Dès que l'observateur perçoit ce bruit, il fixe mentalement la position e que lui paraît occuper l'étoile, et estime la fraction f représentant le rapport de $F_m e$ à $F_m F$.

On a pris soin que la différence $F_m - F$ fût assez faible pour être fractionnée facilement. La lecture micrométrique en e a pour valeur

$$e = F_m + f(F - F_m)$$

Si v désigne la vitesse, et μ la valeur en temps du tour

[1] Il faut admettre toutefois que la membrane téléphonique entre en vibration sans retard sensible, ce qui est bien probable.

de la vis à la vitesse 1, l'erreur d'estime a pour valeur

$$\Delta t = (C - e)\frac{\mu}{v}.$$

Les observations sont répétées en faisant varier C et F_m.

Le Tableau suivant contient diverses déterminations faites par ce procédé. Le nombre N des mesures est donné par un produit de deux facteurs, dont le premier se rapporte au nombre de positions distinctes de C ou F_m, et l'autre au nombre de pointés dans chaque position.

Images 4 à 4,5 ; oculaire G_1 ; sens direct.

$v = 1$; $\frac{\mu}{v} = 4{,}00$					$v = 2{,}2$; $\frac{\mu}{v} = 1{,}80$				
DATE	C-e	Δt	N	POIDS	DATE	C-e	Δt	N	POIDS
1° Étoiles de grandeur 5,5 à 6,5									
1891	t	s				t	s		
Mars 3.	— 0,040	— 0,16	3×5	1	»	»	»	»	»
— 4.	— 0,037	— 0,15	6×5	2	»	»	»	»	»
— 5.	— 0,040	— 0,16	6×5	2	Mars 5.	— 0,076	— 0,14	3×5	1
— 13.	— 0,037	— 0,15	5×2	1	— 13.	— 0,088	— 0,16	3×5	1
— 14.	— 0,051	— 0,20	5×2	1	— 14.	— 0,098	— 0,18	5×2	1
Avril 4.	— 0,034	— 0,14	5×2	1	Avril 4.	— 0,060	— 0,11	5×2	1
MOYENNES.		— 0,16					— 0,15		
2° Étoiles de grandeur 1,5 à 2,0									
Mars 4.	— 0,029	— 0,12	6×5	2	»	»	»	»	»
— 5.	— 0,028	— 0,11	3×5	1	Mars 5.	— 0,065	— 0,12	3×5	1
Avril 4.	— 0,011	— 0,04	4×3	1	Avril 4.	— 0,040	— 0,07	6×2	1
MOYENNES.		— 0,10					— 0,09		
3° Tache obscure de 3 à 5′ de diamètre									
»	»	»	»	»	Mars 6.	— 0,006	— 0,01	3×5	1
»	»	»	»	»	— 14.	— 0,009	— 0,02	6×2	1
»	»	»	»	»	Avril 1.	— 0,032	— 0,06	10×2	2
»	»	»	»	»	— 3.	— 0,028	— 0,05	4×2	1
					MOYENNES.		— 0,04		
4° Soleil, bord II									
Avril 4.	— 0,020	— 0,08	3×2	1	Avril 4.	— 0,026	— 0,05	3×2	1

On voit que la suppression du rythme a fait disparaître une notable partie de l'équation personnelle. De plus, les variations relatives aux étoiles brillantes, aux taches, aux bords solaires, sont concordantes avec celles que nous avons trouvées précédemment dans les observations ordinaires. De même aussi, les variations d'une séance à l'autre sont de même ordre que celles constatées dans l'équation totale.

Il ressort donc de ce Tableau que,

Lorsque je rapporte la position d'une étoile de 6e grandeur à un battement isolé, la position estimée est située en arrière *de la position vraie, à une distance proportionnelle à la vitesse et correspondant à un parcours d'une durée de* 0s,15.

Cette erreur est soumise aux mêmes variations que l'équation totale affectant les observations ordinaires.

Cependant lorsque je considère à la fois deux points brillants et une tache obscure en ligne droite sur un fond lumineux (papier parcheminé), les trois objets conservent leur situation relative, quelle que soit la vitesse.

57. *Expérience IV.* — Deux de mes collègues, MM. Marchand et Le Cadet, ont bien voulu faire quelques déterminations par le procédé décrit ci-dessus.

Voici les résultats moyens des expériences faites les 3 et 4 avril, aux vitesses 1 et 2,2.

	E.	L. C.
	s	s
Étoiles de 6e grandeur. . .	— 0,07	— 0,02
Étoiles de 2e grandeur. . .	— 0,01	+ 0,02
Soleil, bord II.	— 0,02	+ 0,03
Tache sombre de 4″ de diamèt.	0,00	+ 0,06

L'erreur probable de chacun de ces nombres est comprise entre ± 0s,01 et ± 0s,02.

Leur équation totale déterminée à la même époque a été trouvée, pour des étoiles de 6e grandeur,

$$\text{E. M...} - 0^s,06 \pm 0^s,02 \,;\ \text{L. C...} - 0^s,10 \pm 0^s,02.$$

Ainsi, *quoique ces deux observateurs aient une faible équation personnelle, leurs observations présentent aussi relativement à la forme de l'astre des variations de même signe et de même ordre que celles que j'ai constatées moi-même.*

Autant qu'on en puisse juger par ces déterminations faites dans un intervalle de temps restreint, il semble que E. M. ne soit pas soumis à l'influence du rythme, tandis que L. C. voit son équation varier sensiblement lorsqu'on supprime celui-ci.

58. *Expérience V.* — Lorsque la seconde est donnée par un signal lumineux, comme dans l'expérience II-1°, il est facile

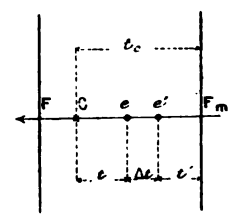


Fig. 3.

de supprimer le rythme en interceptant la lumière du pendule jusqu'au moment de l'observation. Tenant compte de la vitesse du chariot, on règle la position du fil mobile (fig. 3) de telle sorte que $\frac{\mu}{v} \times (F - F_m) = 1^s$, et on détermine comme à l'ordinaire, la position C pour laquelle a lieu l'enregistrement automatique du passage, position qui répond à une fraction $t_c = \frac{F_m - C}{F_m - F}$ de l'intervalle des fils. A l'instant où l'étoile arrive vers le premier fil, on découvre la flamme

du pendule[1], et à la première apparition du signal lumineux on pointe, en e', la position de l'étoile, qui est réellement en e, en estimant la fraction t' parcourue à cette époque. Si on tient compte de la fraction, donnée par le chronographe, qui mesure le temps t écoulé entre l'émission du signal et l'enregistrement du passage, on obtient la relation

$$\Delta t = t' + t - t_c,$$

où Δt est le temps correspondant à l'erreur d'estime ee', négative lorsqu'elle a lieu par retard, comme dans la figure.

On a obtenu de cette façon les résultats suivants, où on a posé $t' + t = t_0$.

DATE	t_c	t_0	Δt	N. DE POINTÉS
	s	s	s	
Mars 13 . . .	0,74	0,74	0,00	10
		0,46	0,00	8
		0,41	— 0,05	9
— 26.. . .	0,46	0,46	0,00	8
		0,44	— 0,02	8
		0,48	+ 0,01	8
MOYENNE. . . .			— 0,01 ± 0,01	

On voit que dans ce cas l'erreur peut être considérée comme nulle. Je puis donc dire que :

Toute équation personnelle disparaît lorsque je rapporte la position d'une étoile à la perception d'un signal lumineux non rythmé.

L'influence de la suppression du rythme se montre d'autre part dans l'erreur moyenne accidentelle, qui est réduite ici à $\pm$ 0s,06 pour une observation isolée, tandis qu'elle atteint $\pm$ 0s,10 avec les signaux rythmés.

59. *Expérience VI.* — Voici le dispositif à l'aide duquel j'ai répété la principale expérience de M. Wolf.

[1] Un assistant est chargé de ce soin ; il est prévenu quelques secondes à l'avance par un signal automatique parti de l'appareil et transmis par téléphone.

Une plaque de mire porte trois points lumineux équidistants et disposés suivant une verticale. Tout près et en avant de cette plaque, on interpose un écran de clinquant noirci, traversé par une fente horizontale de $1^{mm},5$ environ de largeur, à travers laquelle on aperçoit d'une façon continue l'étoile centrale ; une autre fente étroite ($0^{mm},3$, ce qui correspond à $1''$ dans le plan focal), coupe transversalement la première, de telle sorte que, pendant le mouvement horizontal du chariot, les étoiles extrêmes ne font qu'une apparition à peu près instantanée. On s'assure qu'au repos les trois étoiles peuvent être vues simultanément.

Toutes les expériences ont établi qu'effectivement l'image centrale parait projetée *en avant* des deux autres, dans le sens du mouvement. La déviation, à peine sensible pour la vitesse équatoriale, devient plus marquée lorsqu'on donne au chariot sa vitesse maxima 2,2. Enfin si on fait mouvoir le chariot à la main, de façon à lui imprimer des vitesses deux, trois fois plus grandes encore, la déviation paraît croître dans la même proportion. On constate en tout cas qu'elle correspond à un très court espace de temps.

Les mesures exactes sont difficiles ; les procédés suivants permettent cependant de les obtenir avec quelque précision.

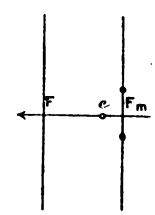


Fig. 4.

1° On dispose l'écran de manière que les images extrêmes soient visibles à proximité d'un fil fixe F (fig. 4), et on amène le fil mobile à les bissecter en F_m, au moment de leur apparition. On estime ensuite, comme dans les expériences précédentes, la position occupée à cet instant par l'étoile centrale.

Soit f la fraction estimée ; le temps correspondant est

$$\Delta t = f(F_m - F)\frac{\mu}{v}.$$

Voici les résultats obtenus le 13 mars :

$F_m - F$	$\frac{v}{\mu}$	f	$F_m - e$	Δt	
t			t	s	
0,120	1,80	0,10	+ 0,012	+ 0,022	+ 0,016
0,120	0,3*	0,30	+ 0,036	+ 0,011	

Il est à craindre toutefois que l'*équation décimale* n'altère sensiblement les résultats de telles mesures.

2° On place le point lumineux central un peu en dehors de la ligne qui joint les deux extrêmes. Cette déviation réelle est mesurée très facilement par des pointés au fil mobile. Il n'y a plus qu'à faire mouvoir la mire dans le sens opposé à cette déviation, et à déterminer la vitesse pour laquelle la déviation apparente, due au mouvement, compense exactement l'autre, de façon à ce que les 3 images paraissent bien en ligne droite.

Ainsi, le 18 mars, je trouve qu'une déviation réelle de $0^t,008$ est détruite lorsqu'on déplace la mire, en sens inverse, avec une vitesse 2,2 ; la valeur $\frac{\mu}{v}$ étant $1^s,8$, il en résulte que

$$\Delta t = 0^s,014.$$

Cette valeur, rapprochée de celle qui a été trouvée plus haut, permet de conclure que :

Si de trois points lumineux disposés sur une ligne verticale et entraînés horizontalement, le point central seul est continu et les deux extrêmes instantanés, celui-là paraît toujours dévié en avant *de ceux-ci, mais seulement d'une quantité correspondant à l'espace parcouru en moins de* $0^s,02$.

60. *Expérience VII.* — On place un écran opaque

* v est déterminée chronographiquement par le temps que met le chariot à franchir l'intervalle connu qui sépare deux contacts.

devant la mire et on détermine la position occupée dans le champ de la lunette par l'image du bord de l'écran, en pointant l'étoile dans la position où elle paraît à demi interceptée. Le diamètre vrai de l'étoile n'excède pas $0'',4$, soit $0^t,007$ de la vis ; on peut admettre que la position cherchée est obtenue à plus de $0^t,004$ près : l'erreur en temps peut-être réduite au même nombre de millièmes de seconde si on emploie la vitesse 4.

On donne au chariot une vitesse déterminée, et on cherche par tâtonnement la position du fil mobile telle que le point lumineux soit bissecté à son apparition. On trouve toujours que le point lumineux n'est perçu qu'à une certaine distance du bord de l'écran. Cette distance résulte immédiatement des lectures du tambour de la vis micrométrique ; comparée à la vitesse, elle fournit le temps correspondant au retard apparent de l'apparition.

Les déterminations faites dans quatre soirées limitent ce retard entre $0^s,01$ et $0^s,03$; la valeur moyenne $0^s,02$ est à rapprocher du nombre donné par l'expérience précédente.

Si, d'autre part, on supprime l'éclairement du champ, on constate aisément que l'apparition de l'étoile n'est pas instantanément complète, mais que son éclat met à devenir maximum une partie de l'intervalle de temps qu'on vient de déterminer. Ainsi donc,

Lorsqu'un point lumineux en mouvement jaillit sur le bord d'un écran, l'apparition en est progressive, et le point d'émersion paraît rejeté en avant de sa position vraie, à une distance correspondant au chemin parcouru en deux centièmes de seconde environ.

61. *Expérience VIII.* — On donne au pendule à flamme une longueur telle qu'il fasse, par exemple, 101 oscillations en 100^s, et on détermine l'époque à laquelle on estime qu'il y a coïncidence entre le signal lumineux et le battement du compteur. La différence de phase à cet instant, différence

relevée sur la feuille chronographique, indique l'erreur d'estime.

1° Je donne ci-après les résultats de 3 séries de 10 déterminations chacune. Le signe — indique un retard du compteur sur le pendule lumineux ; la coïncidence est dans ce cas notée trop tard.

26 février, fente lumineuse vue directement ; observateur dans l'obscurité, différence. 0s,00

3 mars, fente de 6″ sur 15″, vue après réflexion dans le champ éclairé de la lunette. . . — 0s,01

7 mars, point lumineux comparable à une étoile de 6e grand. un peu diffuse, champ éclairé. — 0s,03

L'erreur moyenne accidentelle d'une coïncidence n'excède pas ± 0s,04.

2° Faisant face à une direction à peu près rectangulaire à celle du pendule, j'observe le signal lumineux par vision diffuse. Le 24 mars, 5 observations bien concordantes indiquent un retard de — 0s,08.

Cette expérience est corroborée par la suivante. Comme l'apparition du signal correspond à l'émission ou à l'interruption du courant traversant le pendule, un récepteur téléphonique mis dans ce circuit fait entendre des battements qui coïncident (sauf la petite restriction faite plus haut) avec l'émission des signaux lumineux. Par vision directe, j'estime effectivement que cette coïncidence existe ; mais par vision diffuse, je constate un retard bien marqué de la perception lumineuse relativement à la perception auditive.

Mon assistant, M. Luizet, confirme en ce qui le concerne cette appréciation.

3° On va supprimer maintenant toute espèce de rythme dans les phénomènes à comparer. On utilise à cet effet l'appareil à équation, auquel on fait porter une étoile artificielle, aperçue seulement lorsqu'elle passe en regard d'une fente étroite pratiquée dans un écran fixe. On écoute au téléphone l'arrivée du chariot sur un contact : à cet instant l'étoile occupe dans le champ de la lunette une position

déterminée par une lecture C de la vis micrométrique. On déplace la fente, au moyen d'une vis de rappel, jusqu'au moment où on juge que l'apparition de l'étoile à travers cette fente et le bruit perçu au téléphone sont simultanés. La comparaison de ces deux phénomènes soudains exige beaucoup d'attention, et très souvent il est impossible de porter aucun jugement.

Néanmoins, en cherchant les positions où les époques des deux phénomènes paraissent un peu différentes, dans un sens ou dans l'autre, on arrive, quoique péniblement, à déterminer la position φ de la fente pour laquelle on estime bonne la coïncidence. L'erreur d'appréciation correspond donc à une distance $C - \varphi$, et à un intervalle de temps

$$\Delta t = (C - \varphi)\frac{\mu}{v}.$$

On a obtenu les résultats suivants, avec $\frac{\mu}{v} = 1^s,8$:

Date	$C - \varphi$	Δt
	t	s
Mars 26	— 0,034	— 0,06
Mars 27	— 0,022	— 0,04
—	— 0,029	— 0,05
—	— 0,026	— 0,05
	Moyenne. . . .	— 0,05

Le signe — indique que le signal lumineux précède le bruit.

La sensation visuelle doit donc précéder la sensation auditive, pour que les deux perceptions paraissent simultanées.

62. Il faut maintenant interpréter les résultats des expériences précédentes.

Un des points sur lesquels il est le plus facile de formuler une conclusion est celui qui concerne le rythme du phénomène employé à donner à l'observateur la notion du temps.

Dans la méthode ordinaire de l'œil et de l'oreille mon équa-

tion atteint — 0",30 (étoile de 6e grandeur, vitesse équatoriale). Cela signifie que, lorsque je cherche à déterminer la position de l'étoile à l'instant où le compteur frappe chacun de ses battements, je fais correspondre à cet instant la position occupée réellement 0",30 auparavant.

Mais si je rapporte la position de l'étoile à un battement isolé, le retard n'est plus que — 0",15 (expérience III, 1°); de ce chef, il y a une variation de + 0",15. Par conséquent, il faut admettre que ce n'est pas au battement réel, mais à un battement fictif le précédant de 0",15, que je compare la position de l'étoile.

Cette influence du rythme, M. Wolf l'avait indiquée, sans y insister d'ailleurs et sans la mesurer, en discutant l'opinion de Bessel[1] : « Il est bien certain, dit-il, que, au moment du passage, l'observateur n'écoute pas les battements de la pendule, mais un battement intérieur que sa pensée y substitue. »

L'attention se portant plus particulièrement sur la position de l'étoile, l'observateur arrive, après quelque temps d'exercice, à poursuivre machinalement la numération des secondes sans s'apercevoir de cette opération. Il rythme intérieurement la seconde comme le compteur, mais à côté et non en coïncidence avec lui. Dans mon cas, il s'agit d'une anticipation; mais il peut sans aucun doute se rencontrer des observateurs péchant par défaut contraire, et suivant en retard, parfois d'assez loin, les battements du compteur.

Je désignerai cette erreur sous le nom *d'équation rythmique*.

On comprend qu'un désaccord de cette sorte subsiste avec une forte valeur tant que l'attention de l'observateur n'est pas appelée de ce côté; mais dès qu'il est prévenu, celui-ci doit facilement, semble-t-il, se rendre compte de cet écart et arriver à s'en corriger au moins partiellement. Un débutant qui s'exercerait préalablement, à l'aide d'un appareil à équa-

[1] *L. c.*, p. 188.

tion absolue, atteindrait sans doute ce but de très près. Mais si l'observateur s'est, par une longue pratique, accoutumé à accompagner la pendule d'une certaine façon, si d'ailleurs son équation rythmique a une valeur assez faible, il est possible qu'elle lui échappe complètement; c'est ainsi qu'avec la plus grande attention j'arrive à peine à soupçonner parfois la mienne, bien que je sache pertinemment qu'elle existe avec une valeur de $-0^s,15$.

Il est bien probable que c'est en agissant sur l'équation rythmique que M. Wolf a pu réduire en quelques mois son équation totale de $+0^s,3$ à $+0^s,1$.

Je crois donc que cette erreur est de celles dont l'éducation peut nous affranchir. Elle est du domaine psychologique, mais il ne s'agit pas de l'erreur de jugement dont parlent Bessel et M. Faye, et à laquelle M. Wolf trouve précisément ce caractère de céder à une éducation convenable.

M. Wolf a justement comparé l'astronome exercé à observer par la méthode de l'œil et de l'oreille, à un musicien pénétré du rythme de la mesure qu'il doit suivre. Or quelque chose d'analogue à l'équation rythmique se retrouve dans l'exécution d'un morceau par les chorales ou les orchestres les mieux exercés. Tout en observant bien le rythme voulu, les exécutants sont toujours en retard sur les temps de mesure marqués par le chef d'orchestre; si bien que les notes, de contre-basse par exemple, destinées à accentuer la mesure, peuvent paraître émises presque à contre-temps à un amateur qui les écoute en regardant battre la mesure. L'important n'est pas que ce retard soit nul, mais qu'il soit le même pour tous les exécutants, et c'est un résultat qui est obtenu par des exercices d'ensemble.

On a constaté aussi que ce retard est d'autant plus marqué que le mouvement du morceau est plus lent, et dans les *andante* il est nécessaire de décomposer les temps pour obtenir une exécution nette. Or n'ai-je pas constaté de mon côté un changement considérable de mon équation lorsque j'observe avec une pendule battant le centième de minute? Dans

ce cas le rythme est plus précipité et je suis mentalement le compteur de plus près (p. 100).

Il faut noter, en passant, que c'est par l'ouïe seule qu'un musicien juge s'il est d'accord avec ses co-exécutants, mais non par la vue des va-et-vient du bâton de mesure : il est, en effet, extrêmement rare que la première *attaque* d'un morceau soit parfaitement franche[1]. Dès lors, rien n'autorise M. Wolf à faire la comparaison suivante : « Si l'erreur d'observation avait sa source dans l'impossibilité de superposer deux sensations, elle existerait pour le musicien comme pour l'astronome : deux musiciens pourraient suivre la même mesure à une seconde d'intervalle[2]. »

Je retrouve l'équation rythmique, avec la même valeur dans le cas où je perçois la seconde par la langue.

Elle existe également lorsque la seconde est perçue par la vue, et j'ai pu me rendre compte que dans ce cas j'ai comme la sensation d'un battement intérieur, dont le rythme est réglé par la succession des signaux lumineux. Même, il n'y a pas alors pour moi d'autre erreur, puisque toute équation personnelle disparaît lorsque j'observe avec un signal lumineux non rythmé (exp. V).

Je conclus donc qu'une partie importante de l'équation personnelle, celle que j'appelle équation rythmique, *reconnaît pour cause l'habitude inconsciente prise par l'observateur de rythmer mentalement la seconde à côté du phénomène physique qui sert à la marquer.*

L'équation rythmique est constante chez un observateur exercé. Elle peut être réduite dans une certaine mesure par une éducation appropriée.

63. L'équation rythmique éliminée, il reste une autre

[1] Je dois ces renseignements à l'obligeance de mon collègue et ami, M. Em. Marchand, tout particulièrement compétent en cette matière.

[2] *L. c.*, p. 189.

erreur sur laquelle la volonté ne paraît avoir aucune prise. L'explication de M. Wolf peut-elle lui convenir?

Nous avons vu que M. Wolf donne pour origine à son équation personnelle réduite la persistance de l'impression lumineuse. Mais le résultat expérimental sur lequel il se base ne paraît pas devoir comporter une telle conclusion.

Je veux parler de l'expérience VI (p. 135), où un point lumineux, visible d'une façon continue, paraît projeté en avant de deux autres dont l'apparition n'est qu'instantanée, et avec lesquels il est pourtant en ligne droite. Bien que mon équation diffère complètement en grandeur et en signe de celle de M. Wolf, j'ai vu les mêmes apparences; mes collègues E. M. et L. C. également. Les mesures que j'ai faites montrent d'ailleurs que la déviation correspond à un intervalle de temps n'excédant guère $0^s,01$. Il s'agit là évidemment du temps que met à se produire, au début, l'excitation sensorielle; c'est une *période latente* que les physiologistes ont fait connaître[1]. Si des rayons lumineux frappent les éléments sensitifs au repos, l'impression correspondante se produit moins vite que si ces éléments sont déjà en état d'ébranlement.

Ainsi, dans notre expérience, les deux images extrêmes (ébranlement initial) sont perçues seulement $0^s,01$ à $0^s,02$ après que l'image continue (entretien de l'ébranlement) a été vue sur leur verticale : l'image centrale paraît donc déviée en avant des autres au moment où les trois deviennent visibles simultanément.

Si, comme l'a fait M. Wolf, on intercepte l'image continue à l'instant où se produit l'éclairement des deux ouvertures extrêmes, il est évident que les trois points disparaîtront exactement sur la même droite. Mais cela n'empêche que le point central soit perçu sur cette ligne $0^s,01$ à $0^s,02$ avant

[1] Voy. RAPHAEL DUBOIS, *Nouvelle théorie du mécanisme des sensations lumineuses (Revue générale des sciences*, I, p. 198 et suiv., 1890).

les deux autres : si cette différence de temps nous échappe, c'est que nous ne pouvons plus l'estimer ici par un espace parcouru, et substituer à la notion de temps la notion de lieu, comme dans le cas précédent.

L'interprétation donnée par M. Wolf à cette expérience paraît donc mal fondée.

La considération de la période latente explique aussi le résultat de l'expérience VII (p. 137), où un point lumineux occulté par un écran semble faire émersion au delà du bord de cet écran.

M. Wolf rapporte encore l'expérience suivante, destinée à vérifier une « conséquence importante » de sa « manière de considérer l'équation personnelle. »

« De quelque manière, dit-il[1], que soit perçue la seconde, si l'on supprime ou la continuité du mouvement de l'étoile, ou la persistance de l'impression, la correction personnelle devra être nulle. Je n'ai pas trouvé moyen d'annuler la persistance de l'impression ; mais il est facile de détruire la continuité du mouvement.

« Il suffit, pour obtenir ce résultat, de supprimer l'éclairement continu de la mire et de faire éclater, à chaque seconde, une étincelle d'induction derrière la petite ouverture. »

Ainsi l'étoile ne fait qu'une apparition instantanée à chaque seconde, et marque elle-même le temps.

Dans ces conditions, M. Wolf n'a plus d'équation : il ne peut en être autrement, en admettant toutefois que la constante de l'équation décimale soit nulle. Dans cette observation, point lumineux et fil doivent être considérés comme immobiles. Que l'observateur les perçoive ensemble ou successivement, il les voit toujours à leur place réelle. L'estime de temps résulte uniquement d'une appréciation de la distance d'un point fixe à une droite[2]; tandis que dans la méthode

[1] *L. c.*, p. 194.

[2] M. André fait remarquer qu'il y aurait là un excellent procédé pour l'étude de l'équation décimale. Probablement on arriverait ainsi à la connaissance de la constante de cette équation.

ordinaire, il faut avant d'estimer cette distance, en marquer la limite par la comparaison de la position de l'étoile à une autre perception, et c'est précisément cette dernière opération qui comporte une équation personnelle.

Cette expérience n'est pas en contradiction avec l'opinion de Bessel; elle lui est au contraire favorable, car il faut remarquer que l'estime est, par ce procédé, ramenée à ne dépendre que du seul organe de la vue.

Ainsi les résultats expérimentaux que nous venons d'examiner s'expliquent sans qu'il y ait nécessité de faire intervenir la persistance de l'impression lumineuse. Ils ne peuvent donc servir de base à la théorie qui place dans ce phénomène physiologique l'origine de l'équation personnelle.

D'autre part, le fait que l'équation personnelle subsiste à peu près avec la même valeur dans les trois modes de perception de la seconde, par l'ouïe, la vue ou le tact, ce fait indique simplement la probabilité que la cause de l'erreur est la même dans les trois cas, mais ne préjuge rien sur la nature de cette cause.

Il faut dès lors examiner en elle-même l'explication proposée par M. Wolf.

64. En premier lieu, quelle durée doit-on attribuer à la persistance de l'impression lumineuse?

J'ai répété les expériences de M. Wolf avec un miroir tournant. La lunette et le point lumineux étant fixes, je trouve, comme lui, que les émissions lumineuses pour paraître ininterrompues doivent se succéder à moins de $0^s,06$. Imprime-t-on à la lunette un déplacement brusque, on peut apercevoir deux images qui paraissent simultanées, tant que l'intervalle des émissions est au-dessous de $0^s,10$ à $0^s,12$; mais le mouvement doit être rapide, peut-être vingt ou trente fois le mouvement équatorial; ces images se forment en des points de la rétine assez éloignés et pour lesquels il est possible que la période latente ne soit pas la même : l'expérience VIII-2° (p. 139), montre en effet que la perception visuelle

paraît retardée lorsque l'observation a lieu par vision diffuse. Il semble donc que les résultats fournis par le miroir tournant manquent de netteté.

L'expérience suivante sera plus concluante.

Une fente se projette sur un fond uniformément lumineux. Entre la fente et la source lumineuse, on interpose un écran porté à l'extrémité d'un pendule, et percé de quatre petites ouvertures semblables, disposées à égale distance l'une de l'autre sur une droite inclinée. Le pendule étant en mouvement, il y a émission lumineuse chaque fois qu'une de ces ouvertures passe en regard de la fente. A chaque oscillation, l'observateur perçoit donc quatre images lumineuses séparées, se succédant à intervalles égaux le long d'une verticale : dans notre expérience, les deux images extrêmes sont distantes de 30″. Afin de conserver aux points brillants une intensité constante, on proportionne l'ouverture de la fente à l'amplitude du pendule.

On peut facilement déterminer la vitesse du pendule à laquelle on voit simultanément 2, 3, 4 images. Or, les déterminations faites par diverses personnes (CA, RD, LC, FG), s'accordent pour établir que *deux images comparables à celle d'une étoile de 4-5e grandeur ne peuvent paraître simultanées qu'autant qu'elles se succèdent à moins de* $0^s,06$ *d'intervalle.*

Par exemple, les quatre images ne sont visibles ensemble que lorsque l'arc décrit par une des ouvertures durant l'oscillation du pendule, atteint une longueur d'au moins 100 à 120 millimètres, suivant l'observateur; or les deux ouvertures extrêmes sont à une distance horizontale de 18 millimètres l'une de l'autre : il est facile de calculer qu'à l'amplitude indiquée, elles se succèdent devant la fente à un intervalle compris entre $0^s,05$ et $0^s,06$.

D'autre part, si on double la vitesse, de telle sorte que les quatre émissions lumineuses se produisent en moins de $0^s,03$, on juge encore de l'ordre dans lequel elles se succèdent : cela revient à dire que, *entre deux impressions se succédant*

à $0^s,03$ *d'intervalle sur des points de la rétine distincts, mais rapprochés l'un de l'autre, il est possible de décider quelle est la première ou la dernière.*

En outre, il faut remarquer que dans les observations astronomiques de passages, l'œil suit l'étoile, dont l'image se forme par suite toujours au même point de la rétine. Dans ce cas, c'est le fil qui paraît se déplacer, et c'est à son image sur la rétine que M. Wolf applique son raisonnement ; mais il est à supposer qu'alors la persistance de l'impression est moindre que lorsqu'il s'agit de l'étoile.

Je n'ai, quant à moi, jamais remarqué que le fil soit élargi, tandis qu'au contraire, lorsque je fixe le fil, je me rends parfaitement compte que l'image de l'étoile est un peu diffusée dans le sens de son déplacement, tout en présentant d'ailleurs un point d'intensité maxima sur la position duquel il n'y a presque pas à se tromper. L'erreur commise sera donc toujours au-dessous de la limite admise comme durée de l'impression.

De l'ensemble des faits que je viens de citer, on peut conclure, je crois, que *la persistance de l'impression lumineuse sur la rétine ne peut pas introduire dans les observations de passages une erreur supérieure à* $0^s,04$ *ou* $0^s,05$.

Voilà pour la valeur absolue de l'erreur. Voyons-en maintenant le sens.

65. Soit Δt la durée de la persistance lumineuse.

Pour fixer les idées, désignons par a, b, c, les positions respectives occupées par l'image aux temps : $t - \Delta t$, t et $t + \Delta t$, et supposons qu'un battement se produise à l'époque t : nous admettons avec M. Wolf que la perception auditive est sensiblement instantanée.

« Au moment précis où la seconde est perçue, dit M. Wolf, l'œil voit l'étoile, non seulement dans la position qu'elle occupe réellement, mais encore dans toutes les *positions occupées* précédemment pendant un temps égal à

l'impression lumineuse. » Cela est clair : l'observateur peut faire correspondre au battement chacun des points compris entre a et b, son équation variera dans ce cas entre $-\Delta t$ et o.

M. Wolf continue : « En outre, l'impression reçue par l'œil à ce moment va persister encore pendant un second intervalle de temps égal au premier, et pendant lequel l'étoile parcourra toutes les *positions* symétriques des premières. D'ailleurs, pour l'œil, chacun de ces intervalles correspond à un espace de temps indivisible. L'observateur pourra donc rapporter la position de l'étoile, au moment où la seconde est perçue par lui, à l'un quelconque des points compris entre les limites que je viens de poser. »

Ainsi l'observateur pourrait aussi faire correspondre au battement t chacune des positions comprises entre b et c, et son équation varier de o à $+\Delta t$.

Mais cette explication rencontre quelques difficultés. M. Dreyer a déjà fait des réserves sur ce point. « La supposition, dit-il, qu'un battement peut être considéré comme simultané du passage de l'étoile par une position non encore occupée à l'instant de ce battement, cette supposition paraît difficile à comprendre. »

L'opération qui consiste à estimer la distance de l'étoile au fil est provoquée par une impression auditive; si on écarte toute « paresse de l'esprit », cette opération se fait instantanément, et il est évident que l'observateur ne peut porter son attention que sur les positions dont il a reçu à cet instant la sensation, c'est-à-dire sur la position réelle b, ou une position précédente comprise entre a et b. Pour qu'il en soit autrement, il est nécessaire qu'il y ait défaut d'attention ou erreur du jugement.

Je ne pense donc pas que l'explication de M. Wolf puisse convenir aux équations positives.

[1] *L. c.*, p. 528.

Il faut noter que dans l'observation avec signaux lumineux, M. Wolf a fait abstraction de la persistance de l'impression lumineuse en ce qui concerne le signal lui-même. Ce signal, émis au temps t, a une durée Δt; on conçoit que l'observateur puisse pointer l'étoile, soit au temps exact t, soit à chacun des instants compris entre t et $t + \Delta t$; il s'introduirait ainsi une équation dont la valeur serait comprise entre o et $+\Delta t$; et pourrait faire jusqu'à un certain point compensation à celle, comprise entre Δt et o, que nous attribuons à l'étoile.

Or les déterminations de M. Wolf ne montrent pas de changement avec le mode de perception de la seconde.

D'un autre côté, l'erreur due à la persistance de l'impression, dans les limites où nous l'admettons, est-elle nécessaire? Il semble qu'un observateur prévenu pourra toujours, parmi « tous les points d'un espace équivalent à la durée de l'impression et vus simultanément », choisir, par un effort d'attention et de volonté, celui qui correspond exactement au battement du compteur. Cette équation serait donc de celles que l'éducation peut faire disparaître.

Ainsi, la persistance rétinienne de l'impression lumineuse ne suffit pas à expliquer cette partie de l'équation personnelle qui est distincte de l'équation rythmique : il faut en chercher ailleurs l'origine.

66. A l'audition d'un battement isolé, je vois toujours l'étoile en arrière de sa position vraie.

D'autre part, lorsque je compare entre elles deux sensations à peu près instantanées, l'une auditive, l'autre visuelle, il faut que celle-ci précède celle-là pour que je les juge simultanées (exp. VIII-3°, p. 139)[1].

L'impression lumineuse arrive donc toujours en retard au centre cérébral où se superposent les deux perceptions. Rien ne s'oppose à la conception suivante : une excitation produite

[1] Je ne parle pas de la première partie de l'expérience VIII, dont les résultats sont compliqués par l'influence du rythme.

sur le tympan O est perçue dans le cerveau en un centre A; une excitation sur la rétine Œ est perçue au centre V; pour la comparaison, chacune des perceptions auditive A et visuelle V doit être transmise au moins à un centre commun C. Il est à croire que les temps de perception, de O à A, d'une part, de Œ à V d'autre part, sont sensiblement les mêmes. Si on supposait, par exemple, un retard dans la perception visuelle, il faudrait admettre que ce retard varie comme mon équation, suivant que j'observe une étoile ou une tache sombre. Dans ce cas, ces deux objets devraient, lorqu'on les met en mouvement, paraître se déplacer l'un par rapport à l'autre : or, on a vu qu'il n'en est rien (exp. III, dernier alinéa, p. 133).

Il est donc probable que les trajets AC d'un côté, OC de l'autre, exigent des temps différents.

Cette conception n'explique rien des manifestations de la volonté, de l'attention, etc. Toutefois, je dois insister sur ce point que mes expériences n'indiquent aucun temps perdu lorsque j'ai à comparer deux perceptions de même nature (exp. V, p. 134); les parcours étant égaux, j'en conclus que l'attention va sans retard de l'une à l'autre; mais il est possible que ce retard existe chez quelques observateurs.

Ainsi, *il faut reconnaître que l'équation personnelle débarrassée de l'erreur de rythme a principalement pour cause un défaut de coordination entre deux perceptions de nature différente. Cette erreur peut se décomposer en une erreur physiologique nécessaire, et une autre erreur dépendant plus particulièrement de l'attention et susceptible de réduction par l'exercice.*

Cette cause est physiologique et psychique. Je désignerai l'erreur correspondante sous le nom d'*équation psycho-physiologique.*

Entre quelles limites peut varier cette équation psycho-physiologique? On connaît la mienne; j'ai cité les déterminations de mes collègues EM. et LC. (exp. IV, p. 133); trois autres personnes ont bien voulu se prêter à la même expérience. Les valeurs trouvées, en observant une étoile de

5-6e grandeur, ont été négatives ou nulles : trois entre $0^s,00$ et $-0^s,03$, deux vers $-0^s,07$, une à $-0^s,15$. Cela signifie qu'à l'instant où on perçoit un battement isolé, l'étoile est vue entre sa position vraie et une position située en arrière, eu égard au sens de son déplacement.

Il est possible qu'une mollesse habituelle de l'attention puisse quelquefois donner lieu à une équation positive de quelques centièmes, l'observateur perdant un certain temps à fixer la position de l'étoile après avoir entendu le battement. Des conclusions certaines quant aux limites entre lesquelles peut varier cette erreur ne seront possibles que lorsqu'on possèdera les données relatives à un grand nombre d'observateurs.

Mais je crois qu'on peut considérer mon cas comme exceptionnel, et limiter provisoirement entre $-0^s,15$ et $+0^s,05$ la valeur de l'équation psycho-physiologique : lorsque M. Faye dit que « le temps perdu à aller d'une sensation à l'autre peut s'élever à plus d'une seconde », il indique donc un intervalle beaucoup trop grand.

67. Nous pouvons maintenant revenir à l'équation de M. Wolf. Elle a les valeurs suivantes dans les trois modes de perception de la seconde :

Seconde entendue.	$+0^s,11$
Seconde sentie.	$+0^s,11$
Seconde vue.	$+0^s,10$

(L'erreur probable des deux dernières valeurs atteint certainement $\pm 0,02$).

Nous avons établi précédemment (p. 148), que l'équation due à la persistance de l'impression lumineuse doit être limitée entre 0 et $-0^s,05$. Ce n'est donc pas de ce côté qu'il faut chercher l'explication d'une équation de $+0^s,11$.

Celle-ci est-elle simplement psycho-physiologique?

Elle devrait alors s'annuler à peu près dans le cas où la

seconde est perçue par la vue : or, elle ne varie pas sensiblement, tandis que la mienne est tombée de $-0^s,15$ à 0.

Il faut donc admettre que l'équation de M. Wolf est surtout une équation rythmique. L'observateur n'en a pas eu conscience : « Il m'est tout à fait impossible, dit M. Wolf[1], d'observer autrement que je ne le fais, et l'attention la plus sévère ne me permet pas de saisir le moindre temps mort entre le moment où j'entends la seconde et celui où je pointe la position de l'étoile. » Mais on a vu que je me trouve moi-même dans ce cas : mon équation rythmique m'échappe complètement par suite d'une habitude invétérée.

Si l'on suppose l'équation rythmiqne de M. Wolf de même ordre dans les trois procédés d'observation, l'analogie se continuera avec moi, qui trouve dans les mêmes conditions des valeurs comparables entre elles, $-0,15$ pour l'ouïe et le toucher, $-0,21$ pour la vue : car on peut bien admettre que l'équation rythmique n'est pas nécessairement identique dans tous les cas.

Faisant abstraction de l'équation physiologique due à la persistance des impressions, on peut, par exemple, décomposer comme suit l'équation de M. Wolf :

Équation psycho-physiologique. . .		$-0^s,02 \mp 0^s,02$
Équation rythmique	seconde entendue	$+0^s,13 \pm 0^s,02$
	seconde vue. .	$+0^s,10 \pm 0^s,02$

Ainsi, aucun des faits rapportés par M. Wolf ne vient à l'encontre des considérations par lesquelles j'ai essayé d'expliquer l'équation personnelle.

68. Nous avons trouvé que l'équation totale varie avec la forme et l'éclat de l'astre, et nous avons établi (p. 133) que ces variations doivent être rapportées à l'équation psycho-physiologique. Sans chercher à analyser plus intimement cette équation, bornons-nous à constater que, comparative-

[1] *L. c.*, p. 188.

ment aux passages des étoiles de 6e grandeur, ceux des astres à plus grande surface : étoile de 1re grandeur, tache solaire, pic lunaire, etc., donnent lieu à une variation Δe toujours positive : le retard psycho-physiologique paraît moindre.

Au point de vue pratique, il est de la plus haute importance de rechercher si ces changements reconnaissent une cause générale, telle qu'ils soient de même sens pour tous les observateurs. Or on a vu, dans un chapitre précédent (§ 34), que soit à Washburn Observatory, soit à Leyde, comme à Lyon, les variations d'équation personnelle avec la grandeur des étoiles sont partout de même sens et ont sensiblement même valeur. D'autre part, l'expérience IV a établi que l'équation de mes collègues EM. et LC. varie dans le même sens que la mienne dans trois cas distincts. Dès maintenant je crois donc pouvoir conclure que :

Les variations de l'équation personnelle dues à la grandeur apparente et à l'éclat des astres admettent une cause physiologique générale. Elles sont, en grande partie, indépendante de la valeur absolue de l'équation personnelle.

La combinaison des catalogues ne saurait par conséquent faire disparaître certaines erreurs systématiques; dès lors, l'usage d'un appareil à équation absolue est indispensable pour les déterminer.

Une erreur telle que celle que nous étudions dépend évidemment dans une certaine mesure de l'état physiologique de l'observateur, et se trouve, par suite, soumise à de nombreuses causes de variations. C'est à cette portion de l'équation personnelle qu'il faut rapporter les changements que l'on constate dans celle-ci, d'une journée ou d'une période à une autre : nous avons vu (§ 28), l'importance de ces changements.

Nous avons trouvé par la méthode Œ-O une valeur de $\pm$ 0s,030 pour erreur de l'unité de poids. Dans ce nombre, l'erreur accidentelle d'observation figure à peu près

pour $\pm$ 0,015 : il reste donc pour l'écart physiologique moyen

$$\varepsilon_0 = \pm \sqrt{0{,}030^2 - 0{,}015^2} = \pm 0^s{,}026.$$

Il ne serait pas sans intérêt de rechercher comment se modifie l'équation personnelle sous l'influence de certaines causes dépressives ou excitantes : c'est une étude que j'entreprendrai probablement quelque jour avec le concours d'un physiologiste.

J'ai indiqué précédemment (§ 47) les causes probables de l'équation décimale. Je n'ai rien à ajouter à ce que j'en ai dit.

69. Tout ce que nous avons dit jusqu'ici touchant l'origine des équations personnelles concerne plus particulièrement la méthode de l'œil et de l'oreille. Il est facile de passer à la méthode électrique.

Dans celle-ci, l'observateur doit presser une touche à l'instant où il juge l'étoile bissectée par le fil.

En premier lieu se présente l'*erreur de bissection :* il est bien établi, par exemple, que certains observateurs, pointant un objet fixe comparable à une étoile, placent systématiquement l'axe du fil dans une position excentrique relativement au diamètre apparent de l'image observée. Il est vraisemblable que cette erreur peut acquérir une valeur plus forte lorsque le point lumineux est en mouvement. L'épaisseur angulaire du fil, assez forte pour les petits instruments, influe aussi sur l'estime de la bissection. Enfin, l'observateur peut prendre l'habitude d'agir sur la touche à l'instant où le centre de l'étoile arrive soit sur le premier bord, soit sur le deuxième bord du fil.

On peut admettre que cette erreur n'a pas un caractère systématique quant à l'ensemble des observateurs.

L'erreur de bissection mise à part, nous avons à considérer les cas suivants :

1° Ou bien l'observateur cherche à faire coïncider le passage de l'étoile sous le fil avec le bruit du top électrique : dans ce cas il y a comparaison de deux perceptions de nature différente, vue et ouïe; l'explication donnée plus haut pour l'erreur psycho-physiologique est applicable ici.

2° Ou bien l'observateur, sans se préoccuper du bruit de la touche, est déterminé à la presser par la perception du passage. Dans ce cas, il y a nécessairement retard dans la transmission de l'impression à travers les nerfs et les divers centres cérébraux intéressés: attention, volonté, centre moteur, etc. A la longue, cet acte finit par s'accomplir comme un phénomène réflexe, sans intervention consciente de l'attention ou de la volonté. Mais, quoi qu'il en soit, le processus considéré demande un certain temps, que les physiologistes ont essayé de déterminer à différentes reprises.

Voici la moyenne des résultats obtenus par dix expérimentateurs[1]; il s'agit du temps que l'on met à répondre par une pression sur une touche à des excitations instantanées:

Son	0,149
Excitation tactile	0,146
Lumière	0,196

Ces nombres ne s'appliquent pas entièrement aux observations astronomiques, où l'impression déterminante, au lieu d'être soudaine comme dans les expériences citées, est prévue, et où l'attention est sollicitée par avance.

Mais ils montrent bien que l'impression lumineuse se transmet, en général, moins vite qu'une impression tactile ou auditive: au cours de ces recherches, cette particularité a été souvent mise en évidence en ce qui me concerne.

En tout cas, l'erreur psycho-physiologique dans les observations de passage par enregistrement donnera lieu à

[1] Beaunis, *Nouveaux éléments de physiologie humaine*, 3e édition, II, 805, 1888.

un *retard*. L'erreur de bissection devant être considérée comme de sens quelconque, il en résulte que la limite négative des équations personnelles doit surpasser en valeur absolue la limite positive. On va juger qu'il en est ainsi.

70. Je réunis ici, pour chaque méthode, quelques valeurs de l'équation personnelle à la vitesse équatoriale.

MÉTHODE ÉLECTRIQUE.

Washington[1]	F. P.	— 0,19	1875
	B.	— 0,02	—
	H.	+ 0,09	—
	E.	— 0,14	—
	F.	+ 0,01	—
	S.	+ 0,09	—
	P.	+ 0,03	—
Leyde[2]	M. N.	+ 0,04	1884
	H. B.	+ 0,04	—
	B[3].	— 0,27	—
	E. B.	— 0,18	1887
	J. W.	+ 0,14	—
	J. C.	— 0,24	—
	W. W.	— 0,12	—
	J. O.	— 0,09	—
	G.	— 0,05	—
Greenwich[4]	H. T.	+ 0,07	1887
	A. D.	— 0,06	—
	T.	+ 0,08	—
	L.	0,00	—
	H.	— 0,26	—

[1] I. — E. S. Holden, *The personal Equation (Practical papers* n° V, Washington, 1876). — II. *Washington Observations* 1875, p. XXIV.

[2] H. G. v. de Sande Bakhuyzen, *Beschreibung eines Apparats zur Best. des Absoluten Persönlichen Fehlers.*

[3] *Longitude Leyde-Paris*, p. 141, par comparaison à HB.

[4] Turner, *Results... (Monthly Notices*, v. XLVIII, p. 13).

Greenwich[1].	R.W.	0,00	1887
	E. P.	+ 0,07	—
	C.	— 0,20	—
	J. P.	— 0,23	—
	R.	0,00	—
	A. P.	— 0,04	—
	F.	+ 0,05	—
	S. D.	+ 0,04	—
	B.	— 0,01	—
Lyon. . . .	F. G.	— 0,13	1891
Moyenne générale des 31 valeurs.		— 0,05	

Ce Tableau montre bien que les fortes équations sont toutes négatives, ainsi que je l'ai annoncé. Les valeurs extrêmes sont $-0^s,27$ et $+0^s,14$: différence $0^s,41$.

Dans les déterminations télégraphiques de longitudes faites en 1888 autour de Berlin, on rencontre la différence suivante entre deux observateurs[2] :

$$\Delta e\,(G - A) = -0^s,37$$

nombre à rapprocher de l'écart extrême trouvé ci-dessus.

C'est donc vers $0^s,4$ qu'il faut fixer la limite des écarts entre les temps de passages obtenus électriquement par deux observateurs.

MÉTHODE DE L'ŒIL ET DE L'OREILLE

M. Wolf.	au début	+ 0,30	1864
	après éducation	+ 0,11	—
Greenwich[3].	H. T.	+ 0,10	1887
	A. D.	+ 0,01	—
	T.	+ 0,09	—
	L.	+ 0,10	—
	H.	+ 0,30	—

[1] Ces valeurs sont tirées de *Greenwich Observations* 1887, p. CXXIII, par comparaison à A. D.

[2] *Astronomisch-Geodätische Arbeiten, I. Ordnung*, 1890, p. 14.

[3] Valeurs absolues déduites des différences d'équations avec le « Standard » observateur A.D, par comparaison à la valeur absolue de l'équation, méthode E, de cet observateur (*Greenwich Observations* 1887).

Lyon[1]	F. G.	— 0.30	1891
	E. M.	— 0,06	—
	L. C.	— 0,10	—
	M. L.	— 0,02	—
	P. L.	+ 0,12	—
Différences des extrêmes.		0,60	

Les fortes valeurs négatives, comme la mienne, ne se présentent sans doute que rarement. Cependant il est probable que deux des observateurs cités ci-après étaient dans le même cas que moi.

Voici en effet les différences d'équation déterminées en 1853 à l'observatoire de Paris[2] : elles sont toutes rapportées à V. Mauvais.

Laugier	—	V. Mauvais	— 0.31
Goujon	—	id.	— 0,68
Y. Villarceau	—	id.	— 0,20
Butillon	—	id.	— 0,22
C. Mathieu	—	id.	— 0,59
E. Liouville	—	id.	— 0,12

Il est à croire que l'observateur principal avait une forte équation positive, tandis que celle de Goujon et C. Mathieu avait une forte valeur négative.

Je ne parle pas de la différence d'équation entre Bessel et Argelander, qui atteignait 1s,2. J'accepte la conclusion d'Encke et de M. Wolf que ce grand écart doit être attribué à une manière erronée de compter la seconde : un fait semblable a été constaté à l'observatoire de Paris. Mais il faut citer les différences suivantes :

Kinnebrook	— Maskelyne	= + 0s,8	1796
Nicolaï	— Gerling	= + 0s,78	1837*

[1] Les trois premières valeurs sont contenues dans ce mémoire ; les deux autres sont inédites.

[2] *Ann. de l'Observatoire*, II, p. XLI.

* *Astr. Nach.*, n° 351, 1838.

On peut donc admettre le chiffre de $0^s,8$ comme écart extrême d'équations personnelles bien constatées dans l'emploi de la méthode de l'œil et de l'oreille.

71. Il reste à rechercher comment peut varier l'équation personnelle dans le cours des années. Il n'existe pas, jusqu'ici, de séries de valeurs absolues qui puissent nous renseigner à ce sujet; par contre, on possède de longues suites de comparaisons d'un observateur à un autre, qui peuvent fournir des indications suffisantes sur les changements que nous avons en vue.

Je vais citer quelques-unes des séries les plus importantes de ces différences de corrections personnelles.

MÉTHODE DE L'ŒIL ET DE L'OREILLE.

	ANNÉE	M-R	M-H		ANNÉE	T-B	T-D
		s	s			s	s
GREENWICH	1841	+0,08	−0,09	CORDOBA	1873	+0,01	»
	1844	+0,18	−0,05		1875	−0,02	»
	1847	+0,35	−0,03		1876	−0,16	»
	1850	+0,45	−0,11		1878	−0,20	−0,34
	1853	+0,70	+0,03		1880	−0,19	−0,36

Ainsi, à Greenwich, tandis que M. et H. restaient sensiblement d'accord durant une dizaine d'années, R. a vu, pendant la même période, son équation varier d'une façon continue. A Cordoba, la différence T-B éprouve un changement brusque de 1875 à 1876.

Voici des valeurs plus récentes :

	ANNÉE	AD-HT	AD-T	AD-H	AD-L
		s	s	s	s
GREENWICH	1885	−0,05	−0,11	−0,29	»
	1886	−0,12	−0,07	−0,28	−0,06
	1887	−0,09	−0,08	−0,29	−0,09
	1888	+0,04	−0,01	−0,12	−0,02

Durant les trois premières années de cette période, les différences sont à peu près constantes; mais en 1888, il y a un changement notable, que l'on peut en grande partie

attribuer à A D. : les recherches à l'appareil à équation ne sont peut-être pas étrangères à ce changement.

Au cours de l'année 1882, ma différence d'équation personnelle avec mon collègue E. M. passa progressivement de — 0s,06 à — 0s,12 ; en 1891, elle était de — 0s,24.

MÉTHODE ÉLECTRIQUE.

	ANNÉE	D-C	D-S	D-E	ANNÉE	AD-C	AD-T
		s	s	s		s	s
GREENWICH	1861	— 0,15	+ 0,13	+ 0,13	1875	— 0,05	— 0,17
	1864	— 0,12	+ 0,13	+ 0,17	1878	+ 0,07	— 0,17
	1867	— 0,13	+ 0,02	+ 0,15	1881	+ 0,08	— 0,14
	1869	— 0,11	+ 0,03	+ 0,20	1884	+ 0,11	— 0,15
	1870	— 0,11	+ 0,17	+ 0,16	1887	+ 0,14	— 0,12

Ces différences sont pour la plupart bien constantes, dans les limites de leurs erreurs probables. Il semble cependant que l'équation personnelle de S. ait varié, à un intervalle de trois ou quatre ans, deux fois en sens contraire; celle de C. a aussi subi une variation sensible de 1875 à 1878.

Comme exemple remarquable de la constance de l'équation personnelle dans la méthode **E**, je veux encore citer les différences suivantes, provenant des opérations de la Section de Géodésie au *Service Géographique de l'Armée*, et dont je dois la communication à l'extrême obligeance de M. le colonel Bassot.

ANNÉE	D-B
	s
1880	+ 0,15
1881	+ 0,16
1884	+ 0,17
1885	+ 0,15
1886	+ 0,14
1888	+ 0,14

Les variations permanentes de l'équation personnelle avec le temps sont donc moins à craindre, et en tout cas moins étendues, dans la méthode **E** que dans la méthode **Œ-O**.

72. Existe-t-il quelque moyen de faire disparaître toute erreur personnelle dans les observations de passages ?

Nous avons vu (expér. V, p. 134) que lorsque je pointe une étoile entre deux fils, à un signal lumineux isolé et instantané, je ne commets pas d'erreur : il s'agit là de comparer deux impressions semblables, l'opération est facile, ainsi qu'en témoigne le faible écart moyen de chaque observation. Mais on ne peut affirmer que l'attention ne perde aucun temps pour aller d'une perception à l'autre. Donc ce procédé, tout en réduisant à une faible valeur l'équation personnelle, ne l'annule pas sûrement.

J'ai déjà examiné (p. 145) cette expérience de M. Wolf :

Dans l'observation des passages artificiels, l'éclairement continu de la mire est supprimé et l'étoile fait une apparition instantanée à chaque seconde. J'ai montré que dans ces conditions *tout* observateur sachant fractionner correctement l'intervalle parcouru en une seconde doit avoir une équation nulle.

D'après une courte note des Editeurs des *Monthly Notices*[1], on aurait essayé à l'observatoire de Greenwich d'appliquer aux observations de passages le procédé expérimental imaginé par M. Wolf. A cet effet, un obturateur placé près de l'oculaire découvre le champ de vision à chaque seconde, et donne à l'observateur une vue instantanée de l'étoile et du fil, dont il n'a qu'à apprécier la distance relative, comme dans le cas précédent. Un appareil d'enregistrement note l'instant de l'ouverture de l'obturateur. On a constaté que dans ces conditions les larges différences d'équation disparaissent.

Mais la mise en pratique régulière d'une telle méthode rencontre plus d'une difficulté ; elle ne semble pas applicable dans le cas d'étoiles faibles.

C'est ici le lieu de mentionner le principe de la nouvelle méthode que M. Langley[2] propose d'appliquer à l'observa-

[1] Oct. 1889.

[2] *Amer. Journal of Science*, XXXVIII, p. 93, 1889.

tion des phénomènes soudains, comme les occultations d'étoiles par la Lune. Un prisme à double réflexion est placé sur le trajet des rayons lumineux, un peu avant le réticule. Au moyen d'un mécanisme d'horlogerie pourvu d'un enregistreur, ce prisme reçoit un déplacement uniforme autour d'un axe parallèle à l'axe optique de la lunette. L'image réelle de l'astre visé paraît décrire une circonférence dans le plan focal : il suffit alors de rapporter le point d'apparition ou de disparition à un réticule fixe disposé en secteurs. M. Langley insiste beaucoup sur ce point : pour éliminer les erreurs personnelles, il faut réduire la tâche de l'observateur à dire *où* se produit un phénomène, et laisser à un mécanisme extérieur le soin de dire *quand*. L'appareil proposé répond à ce desideratum. De même, dans l'expérience de M. Wolf citée plus haut, ainsi que dans les essais faits à Greenwich, l'observateur n'a plus à se préoccuper que de l'élément *position*, l'élément *temps* étant fourni par un enregistreur.

Il faut remarquer toutefois qu'à l'apparition, il serait nécessaire de tenir compte de la période latente (exp. VII, p. 137) : mais ce temps est de $0^s,01$ à $0^s,02$. Il faut aussi compter avec la difficulté d'avoir l'œil fixé au point voulu : on sait en effet que, pour cette raison, l'apparition échappe assez souvent à l'observateur.

On conçoit qu'en s'aidant d'un obturateur, on puisse appliquer aux observations de passages le procédé de M. Langley.

Je dois dire aussi quelques mots du dispositif très simple au moyen duquel M. Repsold, l'habile constructeur, espère éviter l'équation personnelle dans les observations de passages[1]. La vis du micromètre porte un tambour garni de saillies, dont la rencontre avec un levier fixe détermine des signaux sur un chronographe. Munie de boutons filetés à ses deux extrémités, elle peut être maniée alternativement avec

[1] *Astr. Nachrichten*, n° 2940, 1889.

chaque main et recevoir ainsi un mouvement continu ; l'oculaire est entraîné avec elle. L'observateur est uniquement chargé de maintenir le fil en coïncidence avec l'image de l'étoile ; c'est affaire d'habitude pour arriver à une précision satisfaisante.

L'observation est donc ramenée à ne dépendre que de la vue, et il n'est pas douteux qu'un tel procédé réduise à de faibles valeurs l'équation personnelle : ce fait est d'ailleurs établi dans une communication de M. Albrecht à l'*Association géodésique internationale*[1], ainsi que dans une note de M. Becker[2] relatant les premières déterminations faites par ce procédé à l'observatoire de Strasbourg.

Mais il reste l'erreur de bissection, variable d'un observateur à l'autre : les observations de Strasbourg donnent encore des différences de $0^s,05$ à $0^s,06$. Il est possible que les oscillations du fil par rapport au centre de l'étoile aient lieu plus souvent par retard que par avance, et qu'ainsi les observations exigent une correction personnelle négative d'un caractère général.

Il faudrait étudier aussi les variations avec la vitesse, la forme de l'astre, etc., il semble que les erreurs à craindre de ce côté soient précisément de l'ordre de celles que l'on pourchasse actuellement dans les catalogues.

Tout en reconnaissant les avantages du nouveau procédé dans certains cas, les observations de zones par exemple, je ne pense pas que pour les déterminations de haute précision, il puisse dispenser de la recherche des équations, soit relatives, soit absolues.

Depuis longtemps M. Faye insiste pour l'observation photographique des passages du Soleil. Ce procédé serait ici de nature à éliminer, outre les erreurs personnelles, les

[1] *C. R. des séances de la comm. permanente réunie à Fribourg-en-B.*, du 15 au 21 septembre 1890, p. 71, 1891.

[2] *Astr. Nachr.*, n° 3036, 1891.

erreurs causées par l'échauffement des diverses parties de lunette; mais il serait nécessaire de l'appliquer en même temps au moins aux étoiles principales, même durant le jour : nul doute que les efforts tentés dans ce sens puissent réussir. Toutefois il paraît difficile de généraliser l'emploi de la méthode photographique et de l'utiliser pour l'observation des astres faibles.

73. En résumé:

L'équation personnelle admet pour causes,

I. Dans la méthode de l'œil et de l'oreille:

1° Le rythme des battements du compteur de temps *(équation rythmique)*;

2° La persistance de l'impression lumineuse sur la rétine *(équation physiologique*, M. Wolf);

3° Le défaut de coordination entre deux perceptions différentes *(équation psycho-physiologique)*;

4° La tendance à fractionner un intervalle d'une façon systématiquement erronée *(équation décimale)*.

II. Dans la méthode électrique :

1° Le défaut de coïncidence apparente entre l'axe du fil et le centre de l'étoile à l'instant où l'observateur se détermine à presser la touche *(équation de bissection)*;

2° La persistance de l'impression lumineuse *(équation physiologique)*;

3° Le temps que met une impression reçue par l'œil à déterminer le jeu des muscles de la main ; ou bien, comme dans la méthode précédente, la difficulté de superposer une perception visuelle à une perception auditive *(équation psycho-physiologique)*.

De toutes les parties constituantes de l'équation personnelle, celle qui a son origine dans la durée des transmissions nerveuses et cérébrales nous paraît seule nécessaire. Les

autres peuvent être éliminées par l'éducation, facilement pour un débutant, plus difficilement pour un observateur longuement exercé.

En s'aidant des données contenues dans ce Mémoire, on va essayer d'indiquer la limite des valeurs que peut prendre chacune de ces équations partielles :

Œ-O	E. rythmique.	— 0,15 à + 0,30
	E. physiologique (persistance).	— 0,05 à + 0,00
	E. psycho-physiologique. . .	— 0,15 à + 0,05
	E. décimale, constante. . . .	— 0,05 à + 0,05
	Limites de l'équation totale. .	— 0,40 à + 0,40
	Écarts des extrêmes. . . .	0s,80

Ces valeurs ne s'appliquent pas aux observations exécutées au fil mobile.

E	E. de bissection.	— 0,10 à + 0,10
	E. physiologique (persistance).	— 0,05 à + 0,00
	E. psycho-physiologique. . .	— 0,20 à + 0,05
	Limites de l'équation totale. .	— 0,35 à + 0,15
	Écart des extrêmes.	0s,50

Il ne faut voir dans les indications qu'on vient de lire qu'un premier essai, qui pourra être rectifié lorsqu'un certain nombre d'astronomes auront fait l'analyse de leur équation par des procédés analogues à ceux qui m'ont servi.

On doit penser que les grands changements d'équation parfois constatés dans la méthode **Œ-O** proviennent d'une modification de l'équation rythmique, car nous avons vu que les variations permanentes sont plus rares et moins étendues dans la méthode **E**.

Si nous rappelons que ce dernier procédé possède, au point de vue de l'erreur accidentelle, une indéniable supériorité sur l'autre méthode, nous devons conclure que son emploi

doit être généralement recommandé, bien qu'il exige un matériel plus complet et un surcroît de travail pour le relevé chronographique.

Toutefois il est bien établi que la méthode **E** comporte, au moins au même degré que le procédé de Bradley, des causes d'erreurs constantes en relation avec la vitesse, la forme, l'éclat des astres. Donc, en ce qui concerne les résultats d'ensemble, les catalogues de fondamentales par exemple, l'usage de la méthode **Œ-O** ne constitue nullement une cause d'infériorité.

Il n'existe pas jusqu'à présent de moyen sûr et pratique d'annuler les erreurs personnelles; le mieux est de les déterminer avec un appareil spécial.

J'ai mis tous mes efforts à rendre complète l'étude que j'avais entreprise, et j'ai pu formuler des conclusions qui me paraissent importantes, tant au point de vue pratique qu'au point de vue théorique. Je ne me dissimule pas que certains points attendent encore des éclaircissements. Ces éclaircissements viendront naturellement lorsque l'étude des équations personnelles se sera généralisée. Et je m'estimerai heureux si j'ai pu contribuer à hâter le moment où elle sera considérée dans tous les observatoires comme le complément indispensable des observations méridiennes.

FIN

Lyon. — Imp. Pitrat Aîné, A. Rey Successeur, 4, rue Gentil. — 3137

Lyon. — Imp. Pitrat Aîné, **A. Rey** Successeur, 4, rue Gentil. — 3437.

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

PUBLIÉS

Sous les auspices du Conseil général du Rhône

PAR

M. CH. ANDRÉ

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE

III

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
JUN 15 1953
ASTRONOMY LIBRARY

LYON
HENRI GEORG, ÉDITEUR
Libraire de la Faculté de Médecine
et de la Faculté de Droit de Lyon
36-38, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
Imprimeur, Libraire de l'Observatoire
de Paris
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

1903

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

TRAVAUX

DE

L'OBSERVATOIRE DE LYON

PUBLIÉS

Sous les auspices du Conseil général du Rhône

PAR

M. CH. ANDRÉ

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE

III

LYON
HENRI GEORG, ÉDITEUR
Libraire de la Faculté de Médecine
et de la Faculté de Droit de Lyon
36-38, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
Imprimeur, Libraire de l'Observatoire
de Paris
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

1903

AVANT-PROPOS

Nous publions, dans le présent volume des Travaux de l'Observatoire de Lyon, trois mémoires se rapportant à différentes questions d'Astronomie.

Le premier dû à M. Lagrula, aide-astronome à l'Observatoire, est une étude des occultations d'étoiles par la Lune et en particulier, de celles du groupe des Pléiades. Il aboutit à des conclusions intéressantes pour certains des éléments de la théorie de la Lune.

Le second donne en détail toutes les observations d'éclat de la planète Eros, faites à Lyon lors de son opposition de 1902.

Dans le troisième, dû à M. Gonnessiat, actuellement Directeur de l'Observatoire de Quito, on trouvera les ascensions droites, pour 1885,0, de 521 étoiles de culmination lunaire, ascensions droites conclues de ses observations pendant l'intervalle de 1889 à 1900.

CH. ANDRÉ.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE SUR LES OCCULTATIONS
D'AMAS D'ÉTOILES PAR LA LUNE

AVEC UN CATALOGUE NORMAL DES PLÉIADES

PAR

M. J. LAGRULA
Aide-astronome à l'Observatoire de Lyon

ÉTUDE

SUR LES

OCCULTATIONS D'AMAS D'ÉTOILES

PAR LA LUNE

AVEC UN

CATALOGUE NORMAL DES PLÉIADES.

INTRODUCTION.

LES OBSERVATIONS D'OCCULTATION EN GÉNÉRAL, LEUR UTILITÉ ET LEUR CLASSIFICATION.

Parmi les observations astronomiques, l'une des plus aisées, en même temps que des plus fécondes en ses résultats, est assurément celle des phénomènes d'occultation, c'est-à-dire celle des instants d'*immersion* ou d'*émersion* d'une étoile éclipsée par la Lune.

Le but presque exclusif autrefois de ce genre d'observation était la détermination des longitudes. Il est devenu secondaire dans les temps modernes et, maintenant que les positions des observatoires sont en général bien connues, les occultations observées constituent de précieux documents pour l'étude du

mouvement, de la distance, des dimensions et même de l'aspect physique de notre satellite.

A ce point de vue, les occultations se partagent naturellement en deux classes : la première comprend les séries où l'on dispose d'un grand nombre de phénomènes observés en un même lieu ou en des lieux différents, mais *à la même époque;* ce sont les occultations d'amas de belles étoiles, telles que les Pléiades, ou celles d'étoiles plus faibles observées sur les deux bords de la Lune à la faveur d'une éclipse, ou seulement sur le bord obscur en temps ordinaire. Chaque série peut alors être discutée en vue d'obtenir, à l'époque moyenne, les coordonnées (ascension droite et déclinaison), le demi-diamètre et parfois aussi la parallaxe de la Lune. Le présent Mémoire se rapporte presque exclusivement à l'étude de cette première classe d'occultations.

La deuxième classe comprend les observations de ces phénomènes dont le nombre trop restreint ne permet pas de calculer avec assez de précision la position de la Lune pour chaque date. Voici les deux méthodes employées pour leur discussion :

1° On peut, comme l'ont fait M. Breen (1) et M. Neison (2), pour les occultations observées à Greenwich, Oxford et Cambridge de 1830 à 1871, admettre que les positions de la Lune sont suffisamment bien déterminées par les mesures directes (méridiennes, altazimutales) et se borner à déterminer le demi-diamètre et la parallaxe.

2° Dans l'équation de condition que fournit chaque phénomène observé, on peut encore remplacer par leur expression les inconnues relatives à la position de notre satellite, en fonction de ses éléments et des coefficients de ses inégalités. C'est ainsi que, dans un travail magistral, M. Newcomb (3) a procédé,

---

(1) Airy, *On the value of the Moon's semi-diameter, as obtained by the investigations of Hugh Breen, esq., from occultations observed at Cambridge and Greenwich* (*Greenwich observations,* 1864, app. I).

(2) Neison, *On the Lunar semi-diameter derived from occultations of Stars* (*Monthly Notices,* Vol. XXXIV, p. 356).

(3) S. Newcomb, *Researches on the motion of the Moon;* Washington, 1878.

pour comparer la théorie de Hansen à des observations faites à une époque (1620-1750) où les mesures méridiennes étaient encore peu précises, et que, plus récemment, M. Battermann [1] a discuté une série d'occultations observées à Berlin en 1884-1885.

---

(1) BATTERMANN, *Beiträge zur Bestimmung der Mondbewegung und der Sonnenparallaxe aus Beobachtungen von Sternbedeckungen* (*Beobachtungs-Ergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin*, Heft n° 5).

PREMIÈRE PARTIE.

LES OCCULTATIONS DE GROUPES D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS.

Il arrive parfois que, dans sa trajectoire apparente, la Lune se projette sur un amas d'étoiles, tel que les Pléiades, les Hyades, Prœsepe, etc. Il est alors possible, si les circonstances sont favorables, d'observer en quelques heures une série nombreuse d'occultations. A cet égard, l'attention des astronomes s'est toujours plus particulièrement portée sur le groupe des Pléiades, à cause du grand nombre d'étoiles brillantes qu'il renferme. C'est donc celui pour lequel des observations de ce genre ont été le plus fréquemment répétées.

1. **Équation de condition.** — Un phénomène d'occultation observé fournit la condition suivante : à l'instant noté, la *distance angulaire apparente vraie* de l'étoile au centre du disque lunaire est égale au *demi-diamètre apparent vrai* de notre satellite. Cette condition géométrique se traduit analytiquement par la relation linéaire suivante que nous établirons plus tard :

$$D - r = \Delta r + A[\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_{*}] + B[\Delta\delta_{☾} - \Delta\delta_{*}] + a\,\Delta\theta + b\,\Delta\pi,$$

entre la correction Δr à apporter au demi-diamètre géocentrique tabulaire r et les corrections aux éléments (ascension droite et déclinaison de la Lune et de l'étoile $\alpha_{☾}$, $\delta_{☾}$; α_{*}, δ_{*}, temps d'observation θ, parallaxe π) servant à calculer la distance angulaire géocentrique D.

Dans l'intervalle de temps, relativement court, pendant lequel on observe les occultations d'un groupe d'étoiles, on peut admettre que les corrections $\Delta\alpha_{☾}$, $\Delta\delta_{☾}$, à apporter aux tables de notre satellite sont constantes ou, tout au moins, varient proportionnellement au temps. D'un autre côté, si les positions des étoiles ont été déterminées avec soin, on a le droit de négliger les quantités $\Delta\alpha_{*}$, $\Delta\delta_{*}$. En effet, ces corrections, d'ailleurs petites, ne peuvent provenir que de deux causes :

1° D'une erreur sur la position absolue du groupe dans le ciel, erreur qui se reportera sur la position absolue de la Lune.

2° Des erreurs altérant les positions relatives des étoiles dans le groupe, et auxquelles on peut admettre un caractère accidentel. Ainsi l'équation de condition se réduit à

$$D - r = \Delta r + A\,\Delta\alpha + B\,\Delta\delta + a\,\Delta\theta + b\,\Delta\pi,$$

où $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ représentent, à l'époque moyenne d'observation, les corrections aux positions tabulaires de la Lune, affectées de la petite erreur que nous venons de signaler.

2. Mode de discussion. Remarque sur le terme $a\,\Delta\theta$. — Il devient alors possible de combiner entre elles les équations de condition fournies par les divers phénomènes observés. Dans ce but, on emploie le plus souvent la méthode des moindres carrés : on forme donc des équations normales dont on tire la valeur la plus probable des différentes inconnues Δ. Toutefois, nous ferons une restriction importante au sujet de l'inconnue $\Delta\theta$, qui représente la somme des erreurs affectant la longitude et les temps d'observation.

On se rend aisément compte, à priori, que cette quantité $\Delta\theta$ est inséparable des inconnues $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$. En effet, si μ et ν sont les mouvements de la Lune en ascension droite et en déclinaison et si l'on néglige l'influence de la parallaxe, on voit que l'addition d'une constante $\Delta\theta$, à tous les temps observés, a pour seul résultat de corriger de quantités constantes $\mu\,\Delta\theta$, $\nu\,\Delta\theta$, les coordonnées de notre satellite; c'est, d'ailleurs, précisément par la comparaison des résultats trouvés en des lieux différents pour

ces coordonnées que les occultations permettent de déterminer leurs différences de longitude.

On peut donc, à la rigueur, et comme on le fait souvent, supprimer le terme $\Delta\theta$ des équations de condition; mais alors les inconnues $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ sont affectées des erreurs $\mu\,\Delta\theta$, $\nu\,\Delta\theta$. Nous croyons préférable de conserver ce terme, qui est nécessaire pour la recherche des erreurs d'observation au moyen des résidus. On suppose alors les autres inconnues exprimées en fonction de $\Delta\theta$ que l'on considère comme indéterminée dans la résolution des équations normales.

3. **Objet théorique et pratique de cette discussion.** — Ainsi théoriquement il semble que les occultations d'un amas d'étoiles par la Lune puissent fournir sa parallaxe, son demi-diamètre et ses coordonnées (ces dernières affectées de l'erreur moyenne des temps d'observation).

Mais dans la pratique ces différentes quantités ne se déterminent pas avec la même précision. En particulier la parallaxe ne se sépare pas toujours très bien des autres inconnues; elle en est seulement d'autant plus distincte que la variation de distance zénithale de la Lune a été plus rapide pendant l'observation. A cet égard les occultations de groupes observées à la même époque en différents lieux fournissent le plus souvent de bons résultats.

D'ailleurs, la parallaxe est actuellement connue avec une exactitude supérieure à celle de ces déterminations individuelles, de sorte qu'au point de vue du calcul du demi-diamètre et des coordonnées de la Lune, il est préférable de considérer l'inconnue $\Delta\pi$ comme indéterminée en procédant ainsi qu'on l'a fait pour $\Delta\theta$. Aussi les astronomes qui ont discuté des occultations d'amas présentent-ils généralement leurs résultats relatifs au demi-diamètre et à la position de notre satellite comme dépendant encore de la correction $\Delta\pi$ à appliquer à la parallaxe qu'ils ont adoptée, correction qui devra reposer sur un grand nombre de déterminations particulières de cette quantité.

Le demi-diamètre, l'ascension droite et la déclinaison de la Lune se séparent ordinairement bien dans la résolution des équations normales, surtout si les observations comprennent les deux *phases*, immersions et émersions, bien distribuées sur le contour de la Lune. Malgré cela nous verrons (40) que, par la discussion des phénomènes observés sur un seul bord, il n'est pas toujours possible d'obtenir avec assez de précision le demi-diamètre distinct de l'ascension droite. Dans ce cas, on a encore avantage à considérer la correction Δr comme indéterminée, et l'on présente les résultats relatifs à la position de la Lune comme dépendant aussi de cette correction.

4. **Parallèle entre les occultations d'amas et les observations méridiennes.** — Au point de vue de la détermination des positions de notre satellite, il existe une certaine analogie entre les occultations de groupes d'étoiles et les observations de la Lune aux instruments méridiens. En effet, par l'un comme par l'autre procédé de mesure, cette détermination repose, en définitive, sur la comparaison de la Lune aux étoiles voisines. Mais la méthode méridienne fait intervenir l'usage d'un instrument auxiliaire, le micromètre, ce qui est une cause d'erreurs accidentelles à laquelle échappe la méthode des occultations. Cette dernière présente, de ce fait, une supériorité que les considérations suivantes vont notablement accroître.

Dans les mesures méridiennes, excepté les toutes modernes faites sur un point très voisin du centre (cratère Mösting), l'ascension droite de la Lune est déterminée par l'observation d'un seul bord du disque (bord brillant); elle reste, par suite, affectée de l'erreur du *demi-diamètre télescopique* adopté dans les réductions, demi-diamètre variable d'ailleurs avec la grandeur de l'objectif et les conditions atmosphériques [1]. A cette cause d'erreur, en ascension droite, se joint naturellement,

---

[1] Ch. André, I. *Étude de la diffraction dans les instruments d'optique* (*Ann. de l'École Normale supérieure*, 1876); II. *Comparaison des effets optiques des petits et des grands instruments d'Astronomie*, Lyon, 1889.

de même qu'en déclinaison, l'irrégularité physique que peut présenter le disque lunaire au point de tangence des fils du micromètre. Ces inconvénients disparaissent par l'emploi des occultations d'un groupe d'étoiles, puisque, d'une part, ces observations permettent de déterminer séparément le *demi-diamètre géométrique* et les cordonnées de notre satellite et que, d'autre part, ces dernières reposant alors sur des observations faites en différents points du disque, on peut admettre que les irrégularités de la Lune se compensent.

Les observations par passages sont, en outre, affectées de l'erreur systématique particulière connue sous le nom d'*équation personnelle*. Non seulement cette erreur n'est pas la même pour une étoile que pour la Lune, mais encore elle est variable avec l'éclat de l'étoile, l'âge de notre satellite et le bord observé (1); et, comme les valeurs de cette équation et de ses variations ne sont pas, en général, suffisamment connues, il s'introduit de ce fait sur les temps d'observation une erreur qui se reporte intégralement sur l'ascension droite de la Lune. A la vérité, il existe bien des équations systématiques analogues dans les observations d'occultations; mais leur influence sur la position de notre satellite est ici considérablement diminuée : une erreur de 1^s sur le temps noté d'un phénomène n'apporte guère, en effet, qu'un changement de $0^s,03$ à $0^s,04$ à cette position.

Enfin, les causes d'erreur provenant soit de la *diffraction*, soit d'un état atmosphérique anormal, telles que les *réfractions latérales* soupçonnées dans les observations méridiennes, n'interviennent pas dans les occultations, pourvu que l'on adopte pour le véritable instant du phénomène celui de la disparition ou de la réapparition brusques de l'étoile.

On peut donc s'attendre à obtenir par les occultations d'amas d'étoiles des positions singulièrement précises de notre satellite.

---

(1) F. Gonnessiat, *Recherches sur l'équation personnelle* (*Ann. de l'Université de Lyon*, t. III; 1892).

C'est bien ce qui a lieu, en fait, car l'erreur probable de ces déterminations, soit en ascension droite, soit en déclinaison, atteint rarement $0'',45 = 0^s,03$ et descend parfois au-dessous de $0'',15 = 0^s,01$. Il y aurait donc, ainsi que l'a proposé M. Newcomb dans un récent Congrès, de réels avantages à baser la théorie de la Lune spécialement sur ce genre d'observations.

5. **Étude physique de la Lune au moyen des occultations d'amas. Utilisation des résidus.** — Au point de vue de l'étude physique de la Lune, ces observations peuvent encore nous fournir des données de la plus grande importance.

Tout d'abord la constatation d'un écart *réel* entre le demi-diamètre d'occultation et le demi-diamètre déduit de mesures directe offrirait un haut intérêt relativement à l'existence d'une atmosphère lunaire. Cet écart pourrait, en effet, s'expliquer par la réfraction que subirait, au sein de cette atmosphère, le rayon lumineux émis par l'étoile. Nous reviendrons sur ce sujet dans la troisième partie de ce Mémoire.

D'un autre côté, les résidus de la discussion des équations de condition par les moindres carrés ne doivent pas seulement servir à calculer les erreurs moyennes des résultats; ils sont encore d'une utilité toute particulière pour l'étude de la configuration de notre satellite dans les régions voisines des bords. En effet, chacun de ces résidus est composé de deux parties : l'une, provenant des erreurs sur le temps noté et sur la position adoptée de l'étoile; l'autre, de la hauteur du *point* de la Lune *coïncidant* avec l'étoile à l'instant du phénomène, au-dessus ou au-dessous du niveau moyen correspondant au demi-diamètre d'occultation calculé. Pour fixer les idées, supposons qu'un certain nombre des occultations d'un groupe d'étoiles aient été bien observées sur le même point du disque; les résidus correspondants étant relatifs à différentes étoiles, leur première partie deviendra accidentelle dans l'ensemble de ces résidus, et leur moyenne représentera la hauteur du point de la Lune considéré.

Il ne faut pas se dissimuler que, dans la pratique, il sera exces-

sivement rare que des phénomènes d'occultation aient été observés exactement sur le même point géométrique du disque lunaire, mais il n'est pas douteux que l'on puisse, par des groupements convenables des résidus, obtenir ainsi tout au moins le relief *moyen* des contrées avoisinant le contour de notre satellite. A cet égard, dans la discussion de chaque série d'occultations, il paraît nécessaire de fournir la position sélénographique des points coïncidants, avec assez de précision pour que, les observations venant à être souvent répétées, on ait des données qui permettent de grouper les résidus dans des plages lunaires de plus en plus restreintes. Or, sur la Lune une distance de 30^{km} représente à peu près 1° et est vue de la Terre sous un angle de $16''$ environ; d'ailleurs, à cause de la libration, on peut admettre dans un calcul approximatif que les points coïncidants sont distribués sur deux fuseaux de 8° chacun. Partageons ces fuseaux en petites calottes sphériques de 1° de rayon; on obtiendra ainsi, en désignant par R le rayon lunaire,

$$\frac{4\pi \times R^2 \times 16}{2\pi \times R^2(1 - \cos 1^\circ) \times 360},$$

c'est-à-dire cinq à six cents calottes environ.

Il est fort probable que, dans un avenir plus ou moins rapproché, les observations d'occultations seront en assez grand nombre pour être réparties suivant chacun de ces éléments de surface. Comme dans ces groupements il sera nécessaire de connaître la position sélénographique des points coïncidants avec une approximation au moins supérieure à 1°, nous croyons qu'il est utile, dans une discussion d'occultations d'amas, de calculer ces positions à $0^\circ,1$ près. Nous exposerons plus loin la méthode à employer pour ce calcul (Chap. II, 3e Partie).

Nous ajouterons que la connaissance des inégalités moyennes des bords lunaires serait particulièrement utilisable dans la réduction des occultations isolées pour lesquelles ces irrégularités constituent de véritables causes d'erreur pouvant diminuer la précision des résultats.

CHAPITRE II.

HISTORIQUE.

C'est sans doute à propos de la détermination des longitudes par les occultations que les astronomes fixèrent leur attention sur les autres résultats qu'on peut en retirer. Ils remarquèrent bien vite, en effet, que dans ces recherches les calculs étaient beaucoup plus concordants lorsqu'au lieu d'adopter pour la Lune le même demi-diamètre que celui employé dans les réductions méridiennes, on lui faisait subir une correction négative de 2″ environ qu'ils appelèrent *inflexion*.

6. Détermination de l'inflexion du demi-diamètre de la Lune. — *Ferrer.* — L'inflexion, qui en réalité provient principalement de la diffraction dans les instruments d'optique, était attribuée, au commencement de ce siècle, à l'*irradiation* et considérée comme une véritable constante astronomique. C'est pourquoi, en 1814, Don José Joaquin de Ferrer entreprit de la déterminer (1).

Il admettait pour cela que, dans les occultations, l'irradiation donne naissance au phénomène, souvent observé pour les étoiles brillantes, de la projection de l'étoile sur le bord de la Lune un peu avant sa disparition ou un peu après sa réapparition instantanées. Il déduisait donc l'inflexion de l'intervalle de temps écoulé entre le contact apparent d'une étoile de 1re grandeur et son occultation véritable. Il trouva ainsi :

(1) Ferrer, *Occultations d'étoiles observées à la Havane et qui peuvent servir à déterminer l'inflexion du demi-diamètre de la Lune* (*Connaissance des temps*, 1817).

		Inflexion.
15 juillet 1811	Aldébaran	2",70
5 octobre 1811	Aldébaran	1,95
28 août 1812	Aldébaran	1,94
24 novembre 1812	Régulus	2,00
31 mars 1812	l'Épi	1,75
	Inflexion moyenne...	2,07

D'un autre côté, Ferrer s'occupait de calculer le demi-diamètre d'occultation. A cet effet, il utilisa les observations d'étoiles brillantes faites sur les deux bords de la Lune; voici les valeurs obtenues pour le demi-diamètre r_0, la parallaxe moyenne adoptée dans les calculs étant celle de Burg : 57′1″,00.

Aldébaran 1793	r_0 =	15′30″,39
α Vierge 1801	=	32,34
α Vierge 1801	=	31,87
γ Taureau 1811	=	31,08
Aldébaran (1) 1811	=	32,34
Demi-diamètre moyen	=	15′31″,60

Le demi-diamètre ainsi calculé repose sur un très petit nombre d'observations; d'autre part, l'occultation complète d'une seule étoile ne permet pas d'éliminer à la fois l'erreur en ascension droite et en déclinaison de la position de notre satellite. Il est donc bien certain que des causes d'incertitude existent dans cette détermination, à laquelle nous n'attacherons qu'un intérêt historique.

Au contraire, la connaissance de l'inflexion serait encore d'une certaine utilité à notre époque : elle peut fournir en effet un critérium de la valeur optique de la lunette employée.

7. **Occultations d'Aldébaran.** — *Wisniewski.* — En 1817 Wisniewski, ayant à calculer une série d'occultations pour la détermination de la longitude de plusieurs villes de Russie, entreprit à cette occasion une recherche sur le demi-diamètre lunaire. Il discuta trois occultations d'Aldébaran dont les deux

(1) *Remarks of M. de Ferrer upon the occultation of Aldebaran, october* 5, 1811 (*Memoirs of the Royal Astronomical Society,* Vol. IV, IIe partie, p. 583).

phases avaient été observées le 10 août 1792, le 18 septembre 1810 et le 22 octobre 1812 dans plusieurs stations astronomiques. Il trouva :

I.	par	4 imm. et 4 ém.		$r_0 = 15.32,36 - 0,082\,\Delta\pi$
(II).	»	6 »	6 »	$r_0 = 30,23 - 035\,\Delta\pi + 0,44\,\Delta\beta$
III.	»	5 «	5 »	$r_0 = 32,44 - 115\,\Delta\pi$

résultats basés sur l'emploi de la parallaxe de Burckhardt : 57′0″,5.

En même temps, Wisniewski calculait la correction $\Delta\beta$ de la latitude tabulaire de la Lune; c'est pourquoi il rejeta la série II dans laquelle les équations de condition ne lui avaient pas permis de séparer suffisamment les inconnues Δr_0, $\Delta\beta$.

8. **Occultations des Pléiades.** — *Rosenberger, Kaiser, Lejeune, Oudemans.* — Les premiers astronomes qui, après Wisniewski, entreprirent une détermination un peu exacte du demi-diamètre de la Lune au moyen des occultations et dont les résultats reposaient primitivement sur l'emploi des Tables de Burckhardt, sont les suivants :

Rosenberger (1), qui déduisit le rayon de notre satellite de l'occultation des Pléiades observée le 29 août 1820 à Kœnigsberg. 4 immersions combinées avec 6 émersions lui donnèrent,

$$r_0 = 15'32'',02.$$

Kaiser (2). — En 1837, Kaiser déterminait la longitude de l'observatoire de Leyde. Parmi les observations d'occultations dont il disposait, deux séries furent assez nombreuses pour lui permettre de calculer en même temps le demi-diamètre. La première comprenait 6 immersions et 3 émersions de l'étoile θ′ Taureau observées le 28 mars 1830, et la seconde 5 immersions et 6 émersions d'Aldébaran observées le 10 février 1832. Il trouva

Série I..... $r_0 = 15.34,89$
Série II..... $r_0 = 15.32,28 - 0,055\,\Delta\pi$.

(1) ROSENBERGER, *Königsberg Beobachtungen*, IX Abtheilung, p. v.
(2) KAISER, *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, Vol. X, p. 303.

La deuxième série fournit encore à Kaiser la correction de la Lune en latitude.

Lejeune (1). — En 1845, cet astronome réduisit l'occultation des Pléiades observée en différents lieux de l'Europe, le 10 août 1841. Ce travail reposant sur un grand nombre d'observations constituait une excellente détermination du demi-diamètre : 52 équations combinées par la méthode des moindres carrés lui donnèrent

$$r_0 = 15'33'',28 + 0,014\,\Delta\pi.$$

Enfin, M. *Oudemans* (2), réduisant aux Tables de Hansen les résultats trouvés par les quatre astronomes précédents, concluait, en 1859, pour la valeur du demi-diamètre moyen d'occultation en adoptant 56′59″,57 pour parallaxe

$$r_0 = 15'32'',47$$

9. **Occultations des Pléiades.** — *Seeling* (3). — La discussion de Lejeune fut complétée plus tard par Küstner. Il en est de même de l'important travail de Seeling sur les occultations des Pléiades observées le 20 février 1858.

Dans le but de comparer les Tables de la Lune à l'observation, cet astronome traita, par la méthode des moindres carrés, les équations de condition fournies par 63 immersions. Son calcul était basé sur l'emploi des Tables du *Nautical Almanac* (parallaxe d'après Adams : 57′2″,48); en voici les résultats concernant la parallaxe et le demi-diamètre :

$$k = \frac{\sin r_0}{\sin \pi_0} = 0,272449, \qquad \pi_0 = 57'7'',16;$$

d'où

$$r_0 = 15'33'',30.$$

---

(1) Lejeune, *Dissertatio Astronomiæ Inauguralis*, Lugd. Batav., 1845.

(2) Oudemans, *Semi-diameter of the Moon according to M. Hansen's Tables of the Moon* (*Monthly Notice*, Vol. XXVI, p. 249).

(3) Seeling, *Berechnung der Tafelfehler des Mondes aus der Plejadenbedeckung* 1858. II. 20 (*Astr. Nachr.*, 52. Bd. p. 289).

10. **Occultations isolées.** — *Breen, Airy, Neison.* — Parmi les déterminations du demi-diamètre de la Lune au moyen d'occultations isolées, il y a lieu de citer les recherches suivantes :

Breen (1). — Cet astronome discuta les observations de ce genre faites de 1830 à 1860 à Cambridge et à Grenwich. Dans ce travail, les positions de la Lune ne pouvant figurer comme inconnues, il a adopté celles qui étaient déduites d'observations méridiennes ou altazimutales. La grande originalité de cette recherche fut de démontrer que l'éclairement du disque de la Lune comme aussi la nature du phénomène pouvaient influer considérablement sur les résultats conclus des occultations. En effet, d'après l'analyse d'*Airy*, les valeurs trouvées pour le demi-diamètre étaient :

Par 132	immersions sur bord obscur	.....	$r_0 = 15'.32'',68 \pm 0,16$
» 51	» brillant	.....	$r_0 = 15.34,08 \pm 0,29$
» 64	émersions sur bord obscur	.....	$r_0 = 15.32,28 \pm 0,24$
» 49	» brillant	.....	$r_0 = 15.36,19 \pm 0,31$

la parallaxe employée étant celle d'Adams : 57′2″,48.

Neison (2). — La discussion analogue que fit quelques années plus tard Neison, au moyen des occultations observées de 1861 à 1871 à Grenwich, Oxford (Radcliffe) et Cambridge, confirma ces résultats. Cet astronome trouva (3) qu'en adoptant la parallaxe : 57′2″,27, le demi-diamètre de la Lune était :

Par 86	immersions sur bord obscur	.....	$r_0 = 15'.32'',29$
» 28	» brillant	.....	$r_0 = 15.34,79$
» 29	émersions sur bord obscur	.....	$r_0 = 15.34,22$
» 33	» brillant	.....	$r_0 = 15.35,73$

11. **Occultations des Pléiades.** — *Kütsner* (4). — Dans les

(1) *Loc. cit.*, p. 2.

(2) *Loc. cit.*, p. 2.

(3) Neison n'a pas publié les détails de son calcul ni les erreurs probables de ses résultats.

(4) KÜSTNER, *Bestimmungen des Mondurchmessers aus neun Plejadenbedeckungen des Zeitraums* 1839 *bis* 1876 *mit gleichzeitiger Ermittlung der Œrter des Mondes* (*Nova Acta der Ksl. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher*, Bd XLI, Pars I, Nr 5; Halle, 1879).

discussions d'observations relatives à des amas d'étoiles, il devenait donc important, du moins en ce qui concerne la détermination du demi-diamètre, de grouper les occultations suivant chaque bord.

En 1879, M. Küstner publia le travail le plus considérable qui ait été fait jusqu'à cette époque : il reprit et compléta les travaux antérieurs de Lejeune et Seeling et leur ajouta la discussion de sept autres occultations des Pléiades, observées de 1839 à 1876.

Indépendamment de positions très précises obtenues pour la Lune, les résultats de cette discussion reposant sur la parallaxe 57′2″,48 étaient les suivants :

Demi-diamètre :	par 540 occultations aux deux bords...	$r_0 = 15'.32'',936 \pm 0'',04 - 0.278\,\Delta\pi$	
	» 411 » au bord obscur...	$r_0 = 15.32,005 \pm 0,15 - 0.220\,\Delta\pi$	
	Parallaxe.....	$\pi_0 = 57.\ 2,79 \pm 0,50$	

Enfin, rejetant deux séries douteuses, M. Küstner concluait finalement pour le demi-diamètre

$$r_0 = 15'32'',851 \pm 0'',06 - 0,279\,\Delta\pi.$$

12. **Occultations des Pléiades.** — *Paul* (¹). — En 1880, M. Paul, discutant deux occultations des Pléiades observées à Washington en 1877 et 1879, obtenait, pour le demi-diamètre basé sur l'emploi de la parallaxe 57′0″,0

$$r_0 = 15'31'',78 \pm 0,12.$$

Remarquons que ce résultat reposait seulement sur quatorze phénomènes observés sur les deux bords dans la série de 1879 et que M. Paul a rejeté, un peu arbitrairement, la série de 1877 qui aurait donné par quatorze observations sur les deux bords,

$$r_0 = 15'32'',96 \pm 0,34 \qquad \text{(parallaxe indéterminée)}.$$

L'ensemble de ces deux déterminations aurait donc été

$$r_0 = 15'31'',91 \pm 0,25.$$

(¹) PAUL, *A determination of the semi-diameter of the Moon from two occultations of the Pleiades* (*Washington Observations* 1879. App. II).

13. Occultations observées pendant des éclipses de Lune. — *L. Struve.* — Les résultats trouvés jusqu'ici indiquaient une sensible augmentation du demi-diamètre déduit des phénomènes observés sur le bord brillant. Quelle qu'en soit la cause, cette exagération des dimensions du disque illuminé devenait un sérieux obstacle pour conclure avec certitude la valeur du demi-diamètre d'occultation. En effet, si l'on en base la détermination seulement sur les phénomènes observés au bord obscur, la suppression des observations faites au bord éclairé diminue la certitude des résultats en laissant une plus forte influence aux erreurs de position de notre satellite.

C'est pourquoi, en 1884, M. Döllen (1) attira l'attention des astronomes sur les circonstances particulièrement avantageuses qui se présentent pendant les éclipses totales de Lune : l'obscurité du disque permettant alors d'observer, dans des conditions semblables, les deux phases d'occultation. Grâce à cette initiative et aux calculs préparatoires faits à Poulkova, l'observation des phénomènes d'occultation pendant les éclipses de Lune a été poursuivie régulièrement depuis celle de 1884 dans la plupart des stations astronomiques. En même temps, on s'est préoccupé de rattacher, soit par des mesures micrométriques soit par la photographie, les étoiles occultées les unes aux autres, et aussi d'obtenir, par des observations méridiennes, leurs positions absolues avec toute la précision suffisante.

C'est ainsi que dans deux Mémoires (2) de la plus grande importance, M. L. Struve a déjà pu discuter les documents recueillis pendant les éclipses totales du 4 octobre 1884 et du 28 janvier 1888.

---

(1) Döllen, *Bulletin astronomique*, t. I, p. 562.

(2) L. Struve, *Bestimmung des Mondhalbmessers aus den während der totalen Mondfindsterniss* 1884 *Oct.* 4 *beobachteten Sternbedeckungen.* Dorpat, 1889, in-4°. — *Bearbeitung der während der totalen Mondfindsternisse* 1884 *Oct.* 4 *und* 1888 *Jan.* 28 *beobachteten Sternbedeckungen.* Dorpat, 1893, in-4°. — Analyse *Bulletin astronomique*, t. II, p. 265.

Éclipse de 1884 (¹). — Dans la première, 42 stations répondirent à l'appel de M. Döllen et notèrent 414 immersions ou émersions de 56 étoiles comprises entre la 6ᵉ et la 11ᵉ grandeur. Les positions de 51 étoiles seulement ayant été déterminées par M. Küstner au grand cercle méridien de Berlin et par des mesures micrométriques exécutées à Poulkova et Dorpat, et d'un autre côté les coordonnées géographiques de certaines stations étant insuffisamment connues, M. L. Struve, en 1889, n'utilisa dans sa discussion que 349 occultations; il trouva, en employant comme parallaxe 57′2″,27 et en laissant dans ses équations de condition la correction $\Delta\pi$ indéterminée,

$$r_0 = 15'32'',85 - 0'',281\,\Delta\pi \pm 0'',07\,;$$

d'ailleurs, en déterminant simultanément le demi-diamètre et la parallaxe, il trouvait, pour cette dernière,

$$\pi_0 = 57'3'',01 \pm 0'',32.$$

En 1893, M. L. Struve rectifia certains détails de calcul au sujet de stations dont les coordonnées géographiques étaient inexactes et supprima quelques observations douteuses. En outre, il fit la même discussion pour 3 groupes d'occultations classées suivant la grandeur g de l'étoile. Il obtint ainsi

Groupe.	N. d'imm.	N. d'ém.	g.	*Demi-diamètre* $r_0 =$
I.....	48	62	< 9.5	$15'.32'',783 + 0,248\,\Delta\pi \pm 0,087$
II.....	51	31	$= 9.5$	$32,596 + 0,255\,\Delta\pi \pm 0,100$
III.....	95	49	> 9.5	$32,683 + 0,320\,\Delta\pi \pm 0,103$
Ensemble...	194	142		$15.32,732 + 0,284\,\Delta\pi \pm 0,053$

Éclipse de 1888 (²). — Pendant cette éclipse, 60 stations

(¹) Les matériaux relatifs à cette éclipse ont été réunis et classés par M. O. Struve dans la Publication suivante ; *Sammlung der Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfindsterniss* 1884 *Oct.* 4. Saint-Pétersbourg, 1885.

(²) Les documents concernant cette éclipse ont aussi été classés par M. O. Struve : *Sammlung der Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfindsterniss* 1888 *Januar* 28. Saint-Pétersbourg, 1889.

prirent part à l'observation des occultations de 120 étoiles et notèrent 841 phénomènes. Les positions différentielles des étoiles résultaient des mesures faites par M. Renz à Poulkova, sur un cliché obtenu le 15 mars 1888 par MM. Henry à l'Observatoire de Paris; leurs positions absolues reposaient d'ailleurs sur des mesures méridiennes exécutées à Berlin et Poulkova.

L'éclat gênant que le disque lunaire a conservé pendant cette éclipse et la faiblesse (11e et même 12e grandeur) de quelques étoiles occultées ont rendu inutilisables un certain nombre d'observations; c'est pourquoi M. L. Struve n'a employé dans sa discussion que 660 phénomènes relatifs à 97 étoiles réparties suivant 4 classes de grandeur.

En voici les résultats concernant le demi-diamètre et la parallaxe :

Groupe.	N. d'ém.	N. d'imm.	g.	Avec π_0 indéterminée.	Avec π_0 et r_0 déterminés distinctement.
I....	85	67	6,5 — 9,0	$r_0 = 15'32'',418 - 0'',256\,\Delta\pi \pm 0,083$	$\pi_0 = 57'2'',292$
II....	56	65	9,1 — 9,4	» 33,016 — 0,280 $\Delta\pi \pm 0,080$	» 2,235
III...	104	125	= 9,5	» 32,959 — 0,235 $\Delta\pi \pm 0,076$	» 1,880
IV....	89	69	> 9,5	» 33,114 — 0,311 $\Delta\pi \pm 0,113$	» 0,577
Ensemble	334	326	»	» 32,852 — 0,260 $\Delta\pi \pm 0,042$	» »

la parallaxe employée dans les calculs étant toujours 57′2″,27.

A l'égard du demi-diamètre, M. L. Struve n'a retenu que le groupe I de cette éclipse et, le réunissant aux 336 observations revisées de 1884, il a obtenu ainsi en définitive, d'après un total de 488 occultations observées pendant ces deux éclipses,

$$r_0 = 15'32''645 + 0''186\,\Delta\pi \pm 0''044.$$

Il va sans dire que, indépendamment de ces résultats, les positions de la Lune ont été conclues avec une rare précision : leurs erreurs probables étant les suivantes :

Éclipse de 1884, en ascension droite ± 0″,077; en déclinaison ± 0″,085
» 1888, » ± 0″,053; » ± 0″,082

14. **Occultations isolées.** — *M. Battermann* (1). — Quoique les travaux de M. Battermann n'appartiennent pas à la classe particulière (occultations d'amas) que nous étudions ici, ils s'y rattachent par leurs résultats concernant le demi-diamètre de la Lune.

En effet, M. Battermann, procédant comme nous l'avons sommairement exposé (*Introduction*, p. 2), a trouvé, au moyen de 174 phénomènes isolés observés à Berlin en 1884-85, presque exclusivement sur bord obscur,

$$r_0 = 15'32'',83 \pm 0,19,$$

résultat tout à fait indépendant de la parallaxe $\pi_0 = 57'2'',27$, adoptée dans ce travail.

Nous ajouterons que, depuis 1895, la *Connaissance des Temps* adopte pour les calculs d'occultations le demi-diamètre de Küstner et Battermann.

15. **Occultations des Pléiades.** — *J. Peters* (2). — Le Mémoire le plus récent sur les occultations d'amas est celui que publia, en 1895, M. Peters dans les *Astronomische Nachrichten*. Cet astronome discuta 8 occultations des Pléiades observées de 1840 à 1876, mais qui n'étaient pas comprises dans le travail antérieur de Küstner. Cette discussion était basée presque exclusivement sur des phénomènes observés au bord obscur, principalement des immersions, savoir : 180 immersions et 18 émersions au bord obscur et seulement 4 émersions au bord brillant. Par l'ensemble de ces observations, Peters trouvait, pour le demi-diamètre reposant sur la parallaxe $57'2'',27$:

$$r_0 = 15'32'',80 \pm 0,26 \text{ (nombre d'occultations, 202)},$$

mais un groupe d'observations de 13 étoiles lui ayant paru

(1) *Loc. cit.*, p. 3.

(2) J. Peters, *Berechnung der Coordinaten und des Halbmessers des Mondes aus acht in den Jahren* 1840 *bis* 1876 *beobachteten Bedeckungen der Plejaden* (*Astron. Nachr.*, B. 138, n° 3296-97).

fournir des résultats douteux, il concluait en le supprimant :

$$r_0 = 15'32'',49 \pm 0,28 \text{ (nombre d'occultations, 189)};$$

du reste, la parallaxe n'ayant pu être toujours suffisamment séparée, il la tirait d'un seul groupe seulement, et encore était-il obligé de faire pour cela une hypothèse sur la valeur du demi-diamètre. C'est pourquoi nous croyons que la valeur

$$\pi_0 = 57'1'',80 \pm 0,64,$$

donnée par M. Peters, doit être légèrement modifiée.

Nous démontrerons du reste (40) que l'on se place dans de très mauvaises conditions pour déterminer le demi-diamètre lorsqu'on n'emploie systématiquement que les observations faites sur un seul bord.

16. Tableau résumé. Coup d'œil d'ensemble sur les résultats. — Dans le Tableau (p. 23-24), nous avons détaillé les résultats des travaux les plus importants que nous venons d'analyser. En ce qui concerne le demi-diamètre, les nombres publiés ici résultent, en général, de discussions dans lesquelles on a laissé la parallaxe indéterminée. Pour faciliter leur comparaison, nous avons partout rendu applicable à la même parallaxe $\pi_0 = 57'2'',70$ la correction $\Delta\pi_0$ dont ils dépendent encore. Cette valeur, que nous emploierons aussi dans nos calculs ultérieurs, est celle de Newcomb, vers laquelle tendent les déterminations modernes, comme le montrent suffisamment les nombres suivants :

Breen (1).....	$\pi_0 = 57''.2,70$
Stone (2).....	$\pi_0 = 57''.2,707$
Küstner (3).....	$\pi_0 = 57''.2,79$
Newcomb (4).....	$\pi_0 = 57''.2,68$

En outre, nous avons réduit aux Tables de Hansen le travail ancien de Wisniewski. Les documents nécessaires pour cela nous ont été communiqués obligeamment par le Bureau des Longitudes.

Les résultats des différentes recherches basées sur les occultations étaient fournis tantôt avec leur erreur moyenne, tantôt avec leur erreur probable. Afin de permettre une appréciation exacte de leur précision relative, nous avons fait figurer partout, dans ce Tableau, les *erreurs moyennes* des différentes déterminations. Toutes les fois qu'il a été publié, nous avons aussi inscrit dans la colonne « poids » le coefficient avec lequel se séparent les quantités Δr et $\Delta\pi$ dans la résolution des équations normales.

Les valeurs de la parallaxe sont celles déduites pour cette inconnue, dans la détermination simultanée du demi-diamètre, de la parallaxe et des coordonnées de la Lune.

Les nombres inscrits entre crochets représentent les résultats rejetés pour différentes causes par leurs auteurs.

Nous avons cru inutile de rassembler ici les positions très précises conclues pour la Lune, et nous renverrons, à ce sujet, le lecteur aux Mémoires originaux.

---

(1) Breen, *Parallaxe par les observations du Cap de Bonne-Espérance, comparées à celles de Greenwich, de Cambridge et d'Edimbourg* (*Memoirs of the Astronomical Society*, t. XXXII, p. 137).

(2) Stone, *Parallaxe par les observations du Cap de Bonne-Espérance, comparées à celles de Greenwich* (*Memoirs of the Astronomical Society*, t. XXXIV, p. 16).

(3) *Loc. cit*, p. 16.

(4) S. Newcomb, *Astronomical constants*, p. 193.

TABLEAU RÉSUMÉ.

Autorité.	Série.	Date.	Gr.	Phénomènes (Nombre et nature).		Demi-diamètre. r_0.	$\sigma\,\Delta\pi_0$.	Erreur moyenne.	Poids.	Parallaxe. π.	Erreur moyenne.	Poids.	Erreur moyenne d'une équation.
						15′				56′			
						″				″			
Wisniewski.... (Aldébaran).	I	1792 Août 10	″	4.IB	4.EO	32,47	—0,082 $\Delta\pi_0$	″	″	″	″	″	″
	II	1810 Sept. 18	″	6.IB	6.EO	[31,08]	— 035	″	″	″	″	″	″
	III	1812 Oct. 22	″	5.IB	5.EO	32,24	— 115	″	″	″	″	″	″
Oudemans (1).		″	″	″		33,21	″	″	″	″	″	″	″
Breen..... (Occult. isolées).	I	de 1830	″	132.IO		32,68	″	±0,24	″	″	″	″	±2,65
	II		″	51.IB		[34,08]	″	± 43	″	″	″	″	±3,11
	III		″		64.EO	32,28	″	± 36	″	″	″	″	±2,83
	IV	à 1860.	″		49.EB	36,19	″	± 73	″	″	″	″	±3,21
Neison..... (Occult. isolées).	I	de 1861	″	86.IO		32,29	″	″	″	″	″	″	″
	II		″	28.IB		[34,79]	″	″	″	″	″	″	″
	III		″		29.EO	34,22	″	″	″	″	″	″	″
	IV	à 1871.	″		33.EB	[35,93]	″	″	″	″	″	″	″
Küstner..... (Pléiades).	I	1839 Mars 19	″	52.IO	7.EB	32,798	—0,256 $\Delta\pi_0$	±0,182	27,97	68,27	±2,47	″	±0,966
	II	1841 Août 10	″	20.IB	49.EO	32,536	— 242	± 124	54,23	65,24	±2,13	″	±0,916
	III	1857 Oct. 6	″	11.IB	18.EO	32,901	— 251	± 235	22,68	60,32	±4,15	″	±1,122
	IV	1857 Nov. 30	″	22.IO	8.EB	[33,716]	— 233	± 226	″	65,81	±1,41	″	±0,953
	V	1858 Fév. 20	″	83.IO	14.EB	32,877	— 331	± 166	40,95	60,83	±1,13	″	±1,058
	VI	1858 Août 30	″	8 IB	27.EO	32,986	— 234	± 232	13,45	61,40	±1,47	″	±0,852
	VII	1859 Avril 6	″	36.IO	6.EB	[33,590]	— 266	± 246	″	61,45	±2,46	″	±0,989
	VIII	1860 Sept. 6	″	28.IB	86.EO	32,894	— 311	± 118	87,67	63,06	±1,06	″	±1,106
	IX	1876 Oct. 6	″	27.IB	38.EO	32,723	—0,260 $\Delta\pi_0$	± 129	62,48	59,94	±2,60	″	±1,018

(1) D'après les Travaux de Rosenberger, Kaiser et Lejeune.

TABLEAU RÉSUMÉ.

Autorité.	Série.	Date.	Gr.	Phénomènes (Nombre et nature).		Demi-diamètre. r_0.	$\sigma\,\Delta\pi_0$.	Erreur moyenne.	Poids.	Parallaxe. π.	Erreur moyenne.	Poids.	Erreur moyenne d'une équation.
						15′				56′			
						"				"			
Paul (1)..... (Pléiades).	I	1877 Juill. 6	"	7.IB	7.EO	[32,93]	−0,011 $\Delta\pi_0$	±0,43	"	"	"	"	±1,09
	II	1879 Sept. 6	"	4.IB	10.EO	31,58	− 075	± 18	"	61,98	±1,14	"	±0,55
L. Struve..... (Occult. pendant Éclipses).	I	1884 Oct. 4	<9,5	48.I	62.E	32,890	+ 248	± 129	"	"	"	"	±1,34
	II	(Éclipse).	=9,5	51.I	31.E	32,706	+ 255	± 148	"	63,01	±0,47	"	±1,27
	III	"	>9,5	95.I	49.E	32,821	+ 320	± 152	"	"	"	"	±1,46
L. Struve..... (Occult. pendant Éclipses).	I	1888 Janv. 28	6,5-9	85.I	67.E	32,308	− 256	± 123	"	62,23	±0,37	"	±1,35
	II	(Éclipse).	9,1-9,4	56.I	65.E	[32,896	− 280	± 118	"	62,24	±0,31	"	±1,30
	III	"	9,5	104.I	125.E	[32,858]	− 235	± 112	"	61,88	±0,44	"	±1,67
	IV	"	>9,5	89.I	69.E	[32,980]	− 311	± 167	"	60,58	±0,63	"	±2,06
Battermann... (Occult. isolées).		1884-85		109.IO 2.IB	62.EO 1.EB	32,83	000	±0,181	"	"	"	"	±1,13
Peters..... (Pléiades).	I	1840 Janv. 14	"	37.IO		32,48	+ 087	"	2,15	63,83	"	0,32	±1,15
	II	1857 Mars 1	"	29.IO		32,98	− 002	"	2,74	59,84	"	0,41	
	III	1857 Déc. 27	"	19.IO		32,60	+ 483	"	0,28	63,20	"	0,43	
	IV	1859 Sept. 17	"		18.EO	32,96	+ 275	"	0,84	63,77	"	0,30	
	V	1859 Déc. 8	"	12.IO	1.EB	[34,34]	+ 018	"	3,34	56,54	"	0,01	
	VI	1860 Fév. 28	"	33.IO	1.EB	32,25	− 152	"	2,41	62,99	"	0,16	
	VII	1861 Fév. 17	"	30.IO	1.EB	32,92	+ 129	"	2,77	51,08	"	0,23	
	VIII	1876 Janv. 7	"	20.IO	1.EB	32,22	+0,333 $\Delta\pi_0$	"	5,11	61,55	"	2,59	

(1) 1° Nous avons admis, avec M. Struve, que la parallaxe correspondant au travail de Paul était 57′,0″. 2° Le coefficient σ a été calculé d'après les deux valeurs que M. Paul trouvait pour le demi-diamètre en séparant ou non la parallaxe.

Le Tableau précédent montre tout d'abord que les déterminations individuelles de la parallaxe de la Lune par les occultations de groupes ne comportent pas, en général, assez de précision pour que sa valeur certaine en puisse être actuellement conclue.

Au contraire, le demi-diamètre paraît être déjà fort bien connu, et il est permis de présumer que la valeur 15′32″,83, adoptée par la *Connaissance des Temps*, ne doit pas être très éloignée de la vérité. Pourtant certains résultats se rapportant au bord obscur seul sembleraient indiquer que cette valeur est un peu trop grande. Pour être complètement fixé à cet égard il sera nécessaire de rechercher systématiquement l'influence qu'exercent, sur ces résultats, les erreurs dues aux différentes circonstances d'observation : phénomène, éclairement, grandeur de l'étoile. Nous verrons que les *résidus* des équations de condition peuvent être utilisés dans cette recherche.

Jusqu'à notre époque, dans les discussions d'occultations, l'étude de la configuration du bord de la Lune a été un peu laissée de côté. Quoique l'attention de MM. Paul et Küstner ait été attirée sur ce sujet, il n'y a guère que M. L. Struve qui se soit préoccupé de grouper les résidus en vue de cette étude : c'est ainsi qu'en procédant à des groupements de 10° en 10° suivant l'angle de position il a pu mettre en évidence quelques dénivellations moyennes du contour de notre satellite. Malheureusement il n'a pas calculé les données qui permettraient de procéder ultérieurement à des groupements plus serrés.

17. — **Nécessité, dans une discussion d'occultations, d'attribuer à chaque équation un poids variable avec l'éclairement du bord et l'éclat de l'étoile.** — En examinant dans le Tableau précédent les nombres inscrits dans la dernière colonne, il est aisé de constater tout d'abord, par les résultats de Breen, que dans les occultations l'« erreur moyenne d'une observation » est d'environ 0″,45 plus forte pour le bord brillant que pour le bord obscur de la Lune.

D'un autre côté, la valeur de cette quantité qui résulterait de l'ensemble des travaux sur les Pléiades est approximativement égale à $\pm 1'',05$. Or dans ces derniers il y a considérablement plus de phénomènes observés sur bord obscur que sur bord brillant. Nous ne serons donc certainement pas loin de la vérité en évaluant dans les discussions de groupes à

$\pm 1'',00$ l'erreur moyenne d'une équation par bord obscur,
$\pm 1'',45$ » » » brillant.

Il résulte de ce calcul, provisoire il est vrai, mais que nos recherches ultérieures confirmeront, que l'on ne doit pas, en combinant les équations de condition par les moindres carrés, attribuer un poids égal aux observations sur bord obscur et sur bord brillant, mais des poids dans le rapport de $\left(\frac{1,45}{1,00}\right)^2$, c'est-à-dire de 2 à 1 environ.

Nous ne prétendons pas donner une règle absolue à cet égard, mais il est certain que les calculs dirigés de cette manière seront plus en harmonie avec la théorie des erreurs et des poids.

Ce que nous venons de dire s'applique naturellement à la discussion des occultations d'étoiles brillantes, comme la plupart de celles des Pléiades, et pour lesquelles l'influence de la grandeur des étoiles ne peut être considérable. Mais dans le cas des éclipses de Lune, où les étoiles occultées sont parfois très faibles, peut-être serait-il bon aussi d'attribuer à chaque observation un poids dépendant de l'éclat de l'étoile. C'est au moins ce que semblent montrer les « erreurs moyennes d'une équation » fournies par M. L. Struve. Dans sa discussion cet astronome a sans doute été guidé par des considérations de ce genre lorsqu'il a préalablement groupé suivant la grandeur les observations dont il disposait. Toutefois il resterait encore à examiner ici l'influence de la phase d'occultation.

18. **Importance de la formation d'un Catalogue normal des Pléiades.** — Dans la discussion des occultations de groupes,

les erreurs sur la position des étoiles, erreurs considérées comme accidentelles, affectent les résidus. L'utilisation de ces derniers, soit dans la recherche des erreurs d'observation, soit plus particulièrement dans l'étude de l'aspect physique de la Lune, sera d'autant meilleure que l'on aura réduit davantage les erreurs des positions d'étoiles.

A cet égard, les étoiles des Pléiades sont dans les conditions les plus recommandables. En effet, ce groupe a servi très souvent d'*étalon* dans la détermination de certaines constantes instrumentales (échelle ou tour de vis, origine des angles de position); aussi a-t-il été l'objet d'un assez grand nombre de mesures très précises exécutées depuis Bessel jusqu à nos jours, soit au moyen du micromètre ou de l'héliomètre, soit par l'emploi des procédés photographiques.

Nous avons pensé qu'en employant les positions d'étoiles déduites de l'ensemble de ces mesures, les occultations des Pléiades donneraient de meilleurs résultats qu'en adoptant un seul Catalogue, comme on l'a fait le plus souvent (1).

Il nous a donc paru nécessaire, avant d'entreprendre des recherches sur les occultations de cet amas, de calculer un « Catalogue normal des Pléiades ». Ce travail est exposé dans la deuxième Partie de ce Mémoire.

---

(1) Ainsi Küstner a employé les positions de Bessel, Paul celles de Wolf et Peters celles d'Elkin.

DEUXIÈME PARTIE.

CATALOGUE NORMAL DIFFÉRENTIEL DES PLÉIADES.

CHAPITRE I.

DOCUMENTS. ERREURS SYSTÉMATIQUES.

Le but poursuivi à l'observatoire de Lyon, dans la formation de ce Catalogue, a été principalement de rassembler les données que l'on possède actuellement sur les Pléiades, afin d'utiliser les meilleures d'entre elles dans la discussion des occultations de ce groupe d'étoiles par la Lune.

19. **Autorités; données.** — On espérait tout d'abord utiliser les observations méridiennes du commencement de ce siècle. Les Catalogues de Piazzi (1800) et de Rumker (1836) contiennent, en effet, des listes importantes d'étoiles des Pléiades; mais nous avons reconnu que l'ancienneté de ces observations ne pourrait, au point de vue des mouvements propres, compenser leur peu de précision; on les a donc rejetées. Les positions méridiennes de Bessel (1825), quoique bien meilleures, n'ont pourtant pas été employées, afin de conserver à ses mesures héliométriques toute leur importance. On n'a pas utilisé davantage la nombreuse liste, plus récente encore, de Fergusson (Catalogue Yarnal Frisby 1860), résultant de mesures équatoriales courantes dont la précision est trop inférieure à celle

des travaux sur lesquels est basé le présent Catalogue et que voici dans leur ordre chronologique :

K. 1840. *Mesures héliométriques de Bessel à Königsberg* (1) et leur revision par M. Elkin (2).

R. 1866. *Premières mesures photographiques de Rutherfurd* réduites par Gould (3).

J. 1873. *Mesures photographiques de Rutherfurd*, réduites par M. H. Jacoby (4).

W. 1874. *Mesures micrométriques et par passages de M. Wolf à Paris* (5).

C. 1877. *Mesures photographiques de Gould à Cordoba* (6).

P. 1879. *Mesures au micromètre double de Pritchard à Oxford* (7).

G. 1881. *Catalog der astronomischen Gesellschaft*, zone + 20° bis + 25°, *par M. E. Becker.*

E. 1885. *Mesures héliométriques de M. Elkin à Yale* (8).

B. 1887. *Triangulation des Pléiades, par M. Battermann à Berlin* (9).

---

(1) Bessel, *Abhandlungen*, Band 3.

(2) Elkin, *Determination of the relative position of the principal stars in the group of the Pleiades* (*Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University*, Vol. I, Part I; 1887).

(3) Gould, *Cordoba photographs, photographic observations of star-cluster.*

(4) H. Jacoby, *The Rutherfurd photographic measures of the group of the Pleiades* (*Contributions from the observatory of Columbia College New-York*, n° 3).

(5) Wolf, *Description du groupe des Pléiades et mesures micrométriques des positions relatives des principales étoiles qui le composent* (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. XIV, Ire Partie; 1877).

(6) Gould, *loc. cit.*

(7) Pritchard, *On the proper motions of 40 stars in the Pleiades determined from micrometric and meridional observations* (*Memoirs of the Royal astronomical Society*, Vol. XLVIII, Part II; 1884).

(8) Elkin, *loc. cit.*

(9) Battermann, *Triangulation zwischen den 8 hellsten Sternen der Plejaden Gruppe*, 1886-87 (*Astr. Nachr.*, nos 2925-26).

A. 1890. *Triangulation des Pléiades, par M. Ambronn, à Göttingen* (1).

T. 1893. *Mesures photographiques à Oxford, réduites par M. Turner* (2).

O. 1898. *Mesures photographiques de M. Olsson à Stockholm* (3).

Parmi les étoiles brillantes des Pléiades, quelques-unes ont été fréquemment observées aux instruments méridiens. On a jugé que, pour conserver au présent travail toute son homogénéité, ces observations ne devaient être utilisées que dans la détermination de la position absolue et du mouvement propre général du groupe. On s'est toutefois départi de cette règle en faveur des observations de Berlin (G), le grand nombre et la précision de ces mesures justifient d'ailleurs cette exception.

Notre Catalogue s'étend à toutes les étoiles d'un éclat supérieur à celui de la 10e grandeur et figurant dans les listes énumérées ci-dessus. L'étoile la plus brillante : *Alcyone* (η *Taureau*) a été choisie pour origine. Les différences $\star - \eta$ d'ascension droite ont été exprimées en temps et celles de déclinaison en arc.

Remarques. — *a.* Les données relatives aux premières mesures photographiques de Rutherfurd sont tirées de la comparaison faite dans *Cordoba photographs*, p. 65, en appliquant la formule suivante

$$R = E + (R - K) - (E - K)$$

et en se référant aux mesures d'Elkin.

---

(1) Ambronn, *Triangulation der Plejaden Gruppe* (*Astronomische Mittheilungen von der königlichen Sternwarte zu Göttingen*, IIIe Partie, 1894).

(2) Turner, *Some Measures of Photographs of the Pleiades at the Oxford University Observatory* (*Monthly Notices of the Royal astronomical Society*, Vol. LIV, p. 498).

(3) Olsson, *Photographische Ausmessung der Plejades* (*Astronomiska Iakttagelser och undersökningar austälda pa Stockholms observatorium*, Vol. VII, n° 3; 1898).

b. Les données relatives aux mesures photographiques de Cordoba résultent des différences d'ascension droite et de déclinaison publiées dans le même Ouvrage, p. 58-61. Pour chaque étoile, les différences moyennes pondérées $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ ont été calculées et, pour l'uniformité des calculs, réduites, chaque fois que cela était possible, à 1877, date moyenne de l'ensemble de ces mesures, au moyen des mouvements différentiels d'Elkin (*Transactions*, p. 99). On a appliqué à toutes ces mesures les corrections $\Delta\alpha = -0^s,02$, $\Delta\delta = -0'',10$, qui rendent nulles les coordonnées d'Alcyone.

c. La méthode remarquable employée par Turner, dans la réduction des clichés photographiques d'Oxford, fournit la comparaison (r_x, r_y) aux mesures d'Elkin des distances $\star - \eta$ projetées sur le parallèle à l'équateur et le cercle de déclinaison. On a d'abord annulé les coordonnées d'Alcyone en appliquant les corrections générales $\Delta r_x = +0'',08$, $\Delta r_y = +0'',05$. Les données sont donc :

$$(\alpha_* - \alpha_\eta)_T = (\alpha_* - \alpha_\eta)_E + \frac{1}{15\cos\delta}(r_x + 0'',08),$$

$$(\delta_* - \delta_\eta)_T = (\delta_* - \delta_\eta)_E + (r_y + 0'',05).$$

d. Enfin, les données relatives aux mesures de Bessel (revues par Elkin), de Battermann et d'Ambronn, résultent de la comparaison que ces astronomes en ont faite à celles d'Elkin.

20. **Réduction au même équinoxe.** — Toutes les mesures ont été rapportées à l'équinoxe moyen de 1873,0, date du Catalogue de Jacoby, dont nous avons adopté les valeurs de la précession et de la variation séculaires basées sur les constantes de Struve. Pour les étoiles non comprises dans ce Catalogue, on a préalablement calculé, au moyen des mêmes constantes, les éléments de ce changement d'équinoxe.

D'après les remarques précédentes, les seules mesures dont il a été nécessaire d'effectuer la réduction à 1873 sont les suivantes :

Catalogue.	Équinoxe.	Catalogue.	Équinoxe.
W.....	1874	G.....	1875
C.....	1875	E.....	1885
P.....	1879	O.....	1898

Dans la réduction des autres mesures, on a utilisé les comparaisons publiées de chacune d'entre elles à celles d'Elkin rapportées à un même équinoxe. Nous avons donc simplement appliqué, aux mesures d'Elkin (réduites à 1873), les différences qui résultent de ces comparaisons.

Remarque. — On trouvera, dans les colonnes $\Delta\alpha_{1873}$, $\Delta\delta_{1873}$ des Tableaux (p. 53 et suiv.), l'ensemble de toutes les mesures données réduites à notre équinoxe moyen.

Dans la colonne t est inscrite l'année (comptée depuis 1800) correspondant à l'observation. En général, les auteurs n'ont fourni que la date moyenne de leurs mesures; pourtant, dans les listes de Pritchard, Becker et Gould, l'époque de chaque observation était donnée; comme les deux premières ne s'étendent que sur un intervalle de deux ans, on a adopté pour toutes les étoiles la même date moyenne : (P, $t = 1879,0$; G, $t = 1881,0$). Dans la liste de Cordoba, qui comprend des mesures faites pendant dix ans, on a dû conserver à chacune d'elles sa date respective, toutes les fois qu'on n'a pu en faire la réduction à l'époque moyenne ($t = 1877,0$), faute de mouvement propre.

21. **Recherche des erreurs systématiques.** — Une comparaison d'ensemble indique que, parmi toutes les mesures que nous avons examinées, quelques-unes sont affectées d'erreurs systématiques, c'est-à-dire variables d'une étoile à l'autre, dans le même Catalogue. Voici les mesures où ce caractère nettement systématique a pu être reconnu et ces erreurs calculées :

K. *Mesures de Bessel.* — Les mesures de Bessel utilisées ici sont celles déjà revisées par Elkin. Les corrections calculées

(*Transactions*, p. 95) par cet astronome concernent exclusivement les mesures de distances. L'erreur constatée sur ces dernières provient de ce que la valeur du tour de vis employé par Bessel dans ses mesures héliométriques reposait sur l'emploi d'un coefficient de température reconnu depuis inexact par Auwers. Aucune erreur n'a d'ailleurs pu être relevée sur les angles de position.

22. R. Premières mesures photographiques de Rutherfurd. — Nous avons recherché les erreurs soupçonnées par Gould dans ces mesures. Voici la comparaison que nous en avons faite à celles qui résultent d'une interpolation, pour 1866, entre les mesures héliométriques de Bessel (revisées) et d'Elkin, que nous jugeons à l'abri des erreurs de ce genre décelables par le calcul. Les écarts ont été classés suivant chaque coordonnée.

RUTHERFURD. R.

Corrections systématiques par ordre d'ascension droite.

*.	$\alpha_* - \alpha_\eta$.	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\delta$ calc.
		s		
g	—40',2	—0,011	—0",88	—0",59
b	—39,0	+ 32	—1,15	— 57
e	—34,3	— 23	—1,09	— 50
1	—30,6	— 15	—0,45	— 45
2	—28,8	— 50	— 03	— 42
4	—27,9	— 12	— 26	— 41
	—33,5		— 61	
c	—25,0	— 21	— 54	— 37
7	—24,2	— 7	— 27	— 36
k	—23,9	— 45	— 48	— 35
l	—21,8	— 29	— 44	— 32
9	—18,3	— 17	+ 29	— 27
d	—17,2	+ 12	+ 4	— 25
	—21,7		— 23	

Corrections systématiques par ordre de déclinaison.

*.	$\delta_* - \delta_\eta$.	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\alpha$ calc.
			s	s
23	—25',6	—0",14	+0,017	+0,030
34	—23,2	+ 68	+ 7	+ 27
17	—22,8	— 42	+ 2	+ 27
19	—18,1	— 20	— 9	+ 21
38	—15,0	+ 68	+ 37	+ 18
5	—14,6	+ 41	+ 20	+ 17
	—19,9		+ 12	
30	—12,8	+ 39	+ 14	+ 15
22	—11,4	— 33	— 5	+ 13
d	— 9,6	+ 4	+ 12	+ 11
13	— 6,6	— 21	— 29	— 08
1	— 4,5	— 45	— 15	+ 5
7	— 4,2	— 27	— 7	+ 5
f	— 2,8	+ 57	+ 11	+ 3
	— 7,4		— 3	

Corrections systématiques par ordre d'ascension droite.

*.	$\alpha_* - \alpha_\eta$.	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\delta$ calc.
		s	″	″
10	—15′,5	— 0,26	—0,10	—0,23
12	— 7,7	— 17	+ 6	— 11
13	— 6,1	— 29	— 21	— 9
15	— 3,1	— 14	— 27	— 5
17	— 2,6	+ 2	— 42	— 4
18	— 2,4	+ 3	— 7	— 4
	— 6,2		— 10	
p	— 2,0	+ 4	+ 85	— 3
19	— 1,8	— 9	— 20	— 3
20	— 1,6	— 41	+ 21	— 2
21	— 1,0	— 31	— 6	— 1
22	— 1,0	— 5	— 33	— 1
23	— 0,3	+ 17	— 14	0
24	0,0	— 14	+ 36	0
	— 1,1		+ 10	
27	+10,9	— 8	— 25	+ 16
29	+15,0	+ 8	— 4	+ 22
s	+22,0	+ 20	+ 41	+ 32
f	+25,1	+ 11	+ 57	+ 37
h	+25,4	— 8	+ 64	+ 37
30	+25,9	+ 14	+ 39	+ 38
	+20,7		+ 29	
31	+26,6	— 29	+ 51	+ 39
32	+27,9	— 11	+ 50	+ 41
33	+29,0	— 1	+ 39	+ 43
34	+33,8	+ 7	+ 68	+ 48
37	+36,6	— 4	+ 65	+ 54
38	+37,3	+ 37	+ 68	+ 55
	+31,9		+ 57	

Corrections systématiques par ordre de déclinaison.

*.	$\delta_* - \delta_\eta$.	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\alpha$ calc.
		″	s	s
b	+ 0′,1	—1,15	+ 0,32	0,0
p	+ 0,7	+0,85	+ 4	— 1
15	+ 1,4	— 27	— 14	— 2
18	+ 2,0	— 7	+ 3	— 2
4	+ 2,2	+ 64	— 8	— 3
9	+ 4,9	+ 29	— 17	— 6
	+ 1,9		0	
10	+ 8,8	— 10	— 26	— 10
33	+ 8,9	+ 39	— 1	— 10
g	+10,6	— 88	— 11	— 12
24	+11,0	+ 36	— 14	— 13
27	+12,9	— 25	— 8	+ 15
4	+13,5	— 26	— 12	— 16
	+10,9		— 12	
29	+14,6	— 4	+ 8	— 17
37	+15,0	+ 65	— 4	— 18
c	+15,5	— 54	— 21	— 18
32	+16,8	+ 50	— 11	— 20
31	+17,7	+ 51	— 29	— 21
2	+21,2	— 03	— 50	— 25
	+16,8		— 18	
e	+21,4	—1,09	— 23	— 25
12	+24,8	+0,06	— 17	— 29
l	+25,1	+ 44	— 29	— 29
k	+26,7	— 48	— 45	— 31
20	+29,0	+ 21	— 41	— 34
21	+33,1	— 6	— 31	— 39
	+28,7		— 31	

Cette comparaison indique clairement que : 1° dans la réduction des clichés on a employé une bonne valeur de l'échelle; 2° l'orientation de la direction origine des angles de position doit subir une correction $\Delta\theta$, ce qui donne

$$\Delta\alpha^s = \frac{(\delta_* - \delta_\eta)'}{\cos\delta_\eta}\Delta\theta^s,$$

$$\Delta\delta'' = (\alpha_* - \alpha_\eta)' \cos\delta_\eta \Delta\theta''.$$

En calculant $\Delta\theta$ par les moindres carrés on trouve

Par les écarts d'ascension droite.	$\Delta\theta'' = 0,018$	poids.	2
» de déclinaison....	$\Delta\theta'' = 0,012$	»	1

On a adopté

$$\Delta\theta'' = 0,016,$$

valeur qui a servi à calculer les corrections inscrites dans le Tableau ci-dessus :

$$\Delta\alpha_c^s = -0^s,00117\,(\delta_* - \delta_\eta)',$$
$$\Delta\delta_c'' = +0'',0147\,(\alpha_* - \alpha_\eta)'.$$

23. *C*. Mesures de Gould. — Une erreur analogue a été relevée dans les mesures de Gould. On a trouvé

Par les écarts d'ascension droite.	$\Delta\theta'' = 0,0144$	poids.	1
» de déclinaison....	$\Delta\theta'' = 0,0139$	»	1

et l'on a adopté

$$\Delta\theta'' = 0,0142,$$

Les corrections aux coordonnées sont donc :

$$\Delta\alpha_c^s = -0^s,00103\,(\delta_* - \delta_\eta)'.$$
$$\Delta\delta_c'' = +0'',0130\,(\alpha_* - \alpha_\eta),$$

formules qui ont servi à calculer les corrections inscrites dans le Tableau suivant :

CORDOBA, C.

Corrections systématiques par ordre d'ascension droite.

*	$\alpha(*-\eta)$	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\delta$ calc.
		s	"	"
g	−40',2	−0,011	−0,77	−0,52
b	−39,0	− 24	− 52	− 51
e	−34,3	− 40	− 45	− 45
1	−30,6	+ 17	− 28	− 40
2	+28,8	− 14	− 57	− 37
	−34,6		− 52	

Corrections systématiques par ordre de déclinaison.

*	$\delta(*-\eta)$	$\Delta\delta$ obs.	$\Delta\alpha$ obs.	$\Delta\alpha$ calc.
		'	s	s
28	−40,9	+0,33	+ 0,23	+ 0,42
26	−33,7	+ 59	+ 6	+ 35
25	−29,7	+ 14	− 24	+ 31
23	−25,6	− 10	+ 20	+ 26
34	−23,2	+ 36	+ 28	+ 24
17	−22,8	− 19	+ 27	+ 23
	−29,3		+ 13	

Corrections systématiques par ordre d'ascension droite.

*	α(*−η).	Δα obs.	Δδ obs.	Δδ calc.
		s		
4	−27′,9	− 0, 8	−0″,65	−0″,36
6	−27,0	+ 36	− 67	− 35
c	−25,0	− 62	− 43	− 33
7	−24,2	+ 18	− 30	− 31
k	−23,9	− 46	− 44	− 31
	−25,6		− 50	
l	−21,8	− 31	− 52	− 28
8	−18,8	− 13	− 66	− 24
9	−18,3	− 07	− 44	− 24
d	−17,2	− 09	− 42	− 22
10	−15,5	− 43	− 34	− 20
11	−12,4	+ 52	− 28	− 16
	−17,3		− 44	
12	− 7,7	− 28	− 16	− 10
13	− 6,1	0	+ 21	− 8
14	− 4,5	+ 43	− 1	− 6
15	− 3,1	+ 21	− 30	− 4
17	− 2,6	+ 27	− 19	− 3
18	− 2,4	− 1	− 26	− 3
p	″	+ 5	[+1,79]	″
	− 4,4		− 12	
19	− 1,8	+ 10	− 5	− 2
20	− 1,6	− 44	+ 6	− 2
22	− 1,0	+ 24	− 6	− 1
21	− 1,0	− 22	− 34	− 1
23	− 0,3	+ 20	− 10	0
24	0,0	+ 29	− 5	0
	− 1,0		− 9	
25	+ 2,2	− 24	+ 14	+ 3
26	+ 3,7	+ 6	+ 59	+ 5
27	+10,9	− 48	+ 4	+ 14
28	+13,4	+ 23	+ 33	+ 17
29	+15,0	− 4	− 14	+ 20
s	+22,0	+ 20	+ 24	+ 29
	+ 1,2		+ 20	

Corrections systématiques par ordre de déclinaison.

*	δ(*−η).	Δδ obs.	Δα obs.	Δα calc.
			s	s
14	−19′,5	−0″, 1	+ 0,43	+ 0,20
19	−18,1	− 5	+ 10	+ 19
38	−15,0	+ 23	+ 16	+ 15
s	−14,6	+ 24	+ 20	+ 15
30	−12,8	+ 36	+ 11	+ 13
22	−11,4	− 6	+ 24	+ 12
	−15,2		+ 21	
d	− 9,6	− 42	− 9	+ 10
40	− 8,1	+ 42	− 36	+ 8
13	− 6,6	+ 21	0	+ 7
1	− 4,5	− 28	+ 17	+ 5
7	− 4,2	− 30	+ 18	+ 4
f	− 2,8	+ 22	+ 43	+ 3
11	− 0,2	− 28	+ 52	0
	− 5,4		+ 12	
b	+ 0,1	− 52	− 24	0
p	+ 0,7	[+ 179]	+ 5	− 1
15	+ 1,4	− 30	+ 21	− 1
18	+ 2,0	− 26	− 1	− 2
h	+ 2,2	+ 56	+ 11	− 2
9	+ 4,9	− 44	− 7	− 5
	+ 1,9		+ 1	
8	+ 5,2	− 66	− 13	− 5
36	+ 7,1	− 9	− 83	− 7
10	+ 8,8	− 34	− 43	− 9
33	+ 8,9	+ 33	+ 5	− 9
g	+10,6	− 77	− 11	− 11
6	+10,7	− 67	+ 36	− 11
	+ 8,6		− 18	
24	+11,0	− 5	+ 29	− 11
27	+12,9	+ 4	− 48	− 13
4	+13,5	− 65	− 8	− 14
29	+14,6	− 14	− 4	− 15
37	+15,0	+ 28	+ 12	− 15
c	+15,5	+ 6	− 44	− 16
	+13,7		− 11	

Corrections systématiques par ordre d'ascension droite.

*.	α(*−η).	Δα obs.	Δδ obs.	Δδ calc.
f	+25′,1	+ 0s,43	+0″,22	+0″,33
h	+25,4	+ 11	+ 56	+ 33
30	+25,9	+ 11	+ 36	+ 34
31	+26,6	— 17	+ 27	+ 35
32	+27,9	— 12	+ 48	+ 36
33	+29,0	+ 5	+ 33	+ 38
	+26,6		+ 37	
34	+33,8	+ 28	+ 36	+ 44
36	+36,2	— 83	— 9	+ 47
37	+36,6	+ 12	+ 28	+ 48
38	+37,3	+ 16	+ 23	+ 48
39	+44,3	— 22	+ 31	+ 58
40	+50,8	— 36	+ 42	+ 66
	+39,8		+ 25	

Corrections systématiques par ordre de déclinaison.

*.	δ(*−η).	Δδ obs.	Δα obs.	Δα calc.
32	+16′,8	+0″,48	— 0s,12	— 0s,17
31	+17,7	+ 27	— 17	— 18
2	+21,2	— 57	— 14	— 22
e	+21,4	— 45	— 40	— 22
39	+23,8	+ 31	— 22	— 25
	+20,2		— 21	
12	+24,8	— 16	— 28	— 26
l	+25,2	— 52	— 31	— 26
k	+26,7	— 44	— 46	— 28
20	+29,0	+ 6	— 44	— 30
21	+33,1	— 34	— 22	— 34
	+26,5		— 34	

24. *W*. **Mesures de Wolf.** — *P*. **Mesures de Pritchard.** — (*a*). Les mesures d'ascension droite de Wolf effectuées *par passages* sont affectées d'une erreur ayant pour cause la variation de l'équation personnelle avec la grandeur des étoiles. Entre la troisième et la dixième grandeur nous avons admis que cette erreur varie linéairement avec la grandeur.

(*b*). En outre, notre attention a été attirée sur une autre erreur systématique, commune aux mesures de Paris et d'Oxford, affectant seulement les différences d'ascension droite et qui, pour une cause restée inconnue, varie suivant une loi parabolique avec la déclinaison. Cette erreur apparaît nettement dans les mouvements propres que Wolf et Pritchard avaient déduits de leurs mesures comparées à celles de Bessel. Elkin l'a également mise en évidence, mais sans en donner la forme analytique.

Dans une Note insérée au *Bulletin astronomique* (1),

(1) LAGRULA, *Sur la comparaison des diverses mesures différentielles des Pléiades* (*Bulletin astronomique*; mars 1899).

nous avons calculé pour chaque étoile les corrections résultant des erreurs que nous venons de signaler. Elles sont déduites de la comparaison des mesures de Bessel, Elkin, Jacoby et Olsson avec celles de Wolf et de Pritchard. Voici leur expression numérique :

W. $\Delta\alpha_c = -0'',00191(\delta_* - 23°54'0)^2 - 0'',17(g - 3,0) + 0'',25,$

P. $\Delta\alpha_c = -0'',00260(\delta_* - 23°55'2)^2 + 0'',41.$

Les constantes $+0'',25$ et $+0'',41$ ont été choisies telles que pour Alcyone les $\Delta\alpha$ soient nulles, ce qui rend ces corrections directement applicables aux différences $\star - \eta$.

Dans les mesures examinées nous n'avons relevé aucune autre erreur d'allure nettement systématique pouvant apparaître par le calcul.

Remarque. — Les seules mesures dont on n'ait pas fait la comparaison à ce point de vue avec l'ensemble des autres sont : 1° celles déduites des observations méridiennes de Becker (*Astronomische Gesellschaft*), jugées à l'abri d'erreurs de ce genre et qui étaient déjà corrigées de l'influence de l'équation personnelle; 2° les mesures de Turner à Oxford : le procédé de réduction employé corrige naturellement ces mesures des erreurs systématiques que l'on peut craindre dans la réduction des clichés; 3° les triangulations de Battermann et d'Ambronn, trop peu nombreuses d'ailleurs, mais dont la précision est certainement comparable à celle des mesures de Bessel et d'Elkin.

Si nous appelons ε_α, ε_δ les corrections que nous venons de calculer, on obtient en les ajoutant aux $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ données réduites à 1873 :

$$\Delta\alpha \text{ corr.} = \Delta\alpha_{73} + \varepsilon_\alpha,$$
$$\Delta\delta \text{ corr.} = \Delta\delta_{73} + \varepsilon_\delta.$$

CHAPITRE II.

CORRECTIONS D'ORIGINE. POIDS RELATIFS DES MESURES. ÉQUATIONS DE CONDITION.

Nous avons précédemment corrigé les observations des erreurs variant systématiquement dans un même catalogue. Les différences $\star - \eta$ d'ascension droite ou de déclinaison peuvent, en outre, d'un système de mesures à un autre, présenter un écart constant provenant d'une erreur sur l'étoile choisie pour origine :

Il est certain, en effet, que les différents procédés de mesure n'assignent pas la même position relative à Alcyone; cela est particulièrement vrai dans les mesures photographiques, où l'on a constaté que les étoiles brillantes n'impressionnent pas les clichés aussi régulièrement que les étoiles faibles. C'est d'ailleurs une des raisons qui ont conduit Jacoby à choisir l'étoile de 8e grandeur 24 p pour origine de ses mesures.

Cette erreur sur l'origine peut encore être expliquée par d'autres considérations. Ainsi, quand on a corrigé précédemment certaines mesures de leurs erreurs systématiques, comme les corrections appliquées ne se compensent pas et que la détermination des coefficients numériques servant à les calculer comporte toujours une légère incertitude, il a pu s'introduire de ce fait un petit déplacement de l'origine. D'autre part, quelle que soit la précision des mesures, la position relative de l'étoile origine dans le groupe des Pléiades reste affectée, dans chaque catalogue, d'une erreur qui se reporte naturellement sur toutes les différences $\star - \eta$. Enfin l'existence de quelque irrégularité

dans le mouvement propre d'Alcyone déterminerait des écarts analogues entre les mesures faites à des époques différentes.

Il est donc nécessaire, avant de former les équations de condition, de déterminer les corrections d'origine de chaque système de mesures. La méthode que nous allons exposer permet de calculer ces corrections en même temps que les poids relatifs des différents catalogues.

25. **Méthode adoptée.** — Supposons que les différences mesurées $\star - \eta$, relatives à n étoiles figurent dans k catalogues et pour fixer les idées soient, en ascension droite par exemple, a l'une des mesures, e l'erreur de cette mesure, erreur à laquelle on peut actuellement admettre un caractère accidentel. c la correction d'origine du catalogue qui la contient, p le poids de ce catalogue et t son époque, A_0 la vraie valeur de a à l'époque T_0 et μ sa variation dans l'unité de temps. On a évidemment pour chaque mesure

$$(1) \qquad a + c - e = A_0 + \mu(t - T_0).$$

Faisons la sommation $\sum$ de toutes les équations de ce genre relatives aux étoiles d'un même catalogue et admettons, ce qui est plausible, la compensation des erreurs. Chaque catalogue fournira une équation telle que

$$(2) \qquad \sum a + nc = \sum A_0 + (t - T_0) \sum \mu.$$

D'autre part pour la même étoile faisons la sommation S de toutes les équations (1) relatives aux divers catalogues après les avoir multipliées par les poids respectifs p; on aura, en admettant la même hypothèse,

$$(3) \qquad S pa + S pc = A_0 S p + \mu S p(t - T_0).$$

Jusqu'ici l'époque T_0 est arbitraire; on peut la choisir de

façon à annuler le dernier terme de l'équation (3). On n'a pour cela qu'à qu'à poser

$$T_0 = \frac{Spt}{Sp};$$

on tire alors de l'équation (3)

$$A_0 = \frac{Spa + Spc}{Sp};$$

portons cette valeur dans (2), on trouve, en divisant les deux membres par n

$$c = \sum \frac{1}{n}\left(\frac{Spa}{Sp} - a\right) + \frac{1}{n}\sum \frac{Spc}{Sp} + (t - T_0)\sum \frac{\mu}{n}.$$

Soient maintenant, pour une étoile, ν la différence entre la moyenne pondérée des a et leur moyenne simple a_0, et t_0 la moyenne simple des époques. On aura

$$\frac{Spa}{Sp} - a_0 = \nu,$$

$$t - T_0 = (t - t_0) + (t_0 - T_0);$$

remarquons que

$$\frac{1}{n}\sum \frac{Spc}{Sp} = \frac{Spc}{Sp},$$

et posons

$$\sum \frac{\nu}{n} + \frac{Spc}{Sp} = l,$$

$$\sum \frac{\mu}{n} = m;$$

on aura autant d'équations de la forme

$$c - l = \sum \frac{1}{n}(a_0 - a) + m(t - t_0) \tag{4}$$

qu'il y a de Catalogues, et dans toutes ces équations les quantités l et m sont identiques d'après leur définition. Les quantités $a_0 - a$ et $t - t_0$ sont faciles à former; on obtiendra donc

toutes les corrections d'origine c à la condition de connaître les deux quantités l, m. Nous en verrons plus loin la détermination.

Formons maintenant dans chaque système de mesures les résidus

$$r = a_0 - a - \sum \frac{1}{n}(a_0 - a),$$

ainsi que la quantité $\sum \frac{r^2}{n}$. En première approximation, l'inverse de cette quantité fournirait une évaluation de la précision et, par suite, du poids de chaque Catalogue; mais cela n'est pas suffisant. En effet, d'après la formation des nombres r, chacun d'eux se compose de deux parties : 1° l'erreur accidentelle ε particulière à la mesure; 2° la quantité

$$\mu(t_0 - t) - \sum \frac{\mu}{n}(t_0 - t)$$

provenant du mouvement propre relatif de l'étoile; on a donc

$$r = \varepsilon + (t_0 - t)[\mu - m].$$

Le critérium du poids à donner à chaque mesure doit donc être en réalité fourni par l'examen des quantités $\sum \frac{\varepsilon^2}{n}$.

Or, on a

$$r^2 = \varepsilon^2 + (t_0 - t)^2[\mu - m]^2 + 2(t_0 - t)\varepsilon[\mu - m];$$

d'ailleurs les quantités

$$\mu - m = \mu - \sum \frac{\mu}{n}$$

ne sont autres que les résidus relatifs à la moyenne des μ et doivent offrir un caractère tout aussi accidentel que les ε; on

peut donc négliger $\sum \varepsilon(\mu - m)$ et écrire

$$(5) \qquad \sum \frac{\varepsilon^2}{n} = \sum \frac{r^2}{n} - (t - t_0)^2 \sum \frac{(\mu - m)^2}{n} = \sum \frac{r^2}{n} - \mathrm{M}.$$

On calculera donc facilement les poids dès qu'on aura obtenu les quantités r et $(\mu - m)$.

26. Calculs numériques. Tableaux. — Les calculs numériques relatifs à l'application de cette méthode sont résumés dans les Tableaux suivants :

Ascensions droites.

Étoile.	K. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.	K. $10^3 r^2$.	R. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.	R. $10^3 r^2$.	J. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.	J. $10^3 r^2$.	W. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.	W. $10^3 r^2$.	C. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.	C. $10^3 r^2$.	P. $10^3(\alpha_0-\alpha)$.
16 *g*.....	+16s	+ 32s	+20s	+32s	+39s	+ 0s	− 42s	+348s	+20s	+ 26s	− 83s +
17 *b*.....	+ 3	2	+28	68	+39	0	− 13	90	−31	123	+ 6
18 *m*.....	− 9	5	"	"	+15	53	− 24	168	"	"	+ 53
19 *e*.....	+21	53	+19	29	+28	10	− 5	48	− 3	5	+ 54
A.1.....	+ 2	2	− 8	10	+47	8	+ 4	17	+28	58	− 54
A.2.....	− 8	4	−13	22	+31	5	+ 6	12	+28	58	"
A.5.....	−12	10	"	"	+45	5	− 8	63	"	"	− 24
20 *c*.....	+23	62	+19	29	+40	0	+ 17	0	−24	78	− 12
A.7.....	−14	14	−19	44	+41	1	+ 18	0	+10	4	+ 20
21 *k*.....	+16	32	+ 6	2	+40	0	+ 2	22	+ 4	0	− 40
22 *l*.....	+ 7	8	+ 8	4	+37	0	+ 21	2	+ 3	0	− 46
A.8.....	−10	6	"	"	+47	8	+ 34	29	−16	40	+ 12
A.9.....	−18	26	−11	17	+60	48	+ 81	410	+ 6	0	− 35
23 *d*.....	−18	26	− 9	12	+46	6	+ 18	0	−26	90	− 30
A.10.....	−15	17	−11	17	+64	68	+ 2	23	−21	63	− 19
A.12.....	−21	36	+13	12	+41	1	+ 23	4	+ 9	3	− 42
A.13.....	−10	6	−33	123	+63	63	+ 45	78	+ 2	1	− 42
A.15.....	−12	10	− 1	1	+64	68	− 24	168	+43	152	−160
A.18.....	−21	36	− 1	1	+47	36	+ 79	384	+ 1	1	− 8
24 *p*.....	−11	8	+ 1	0	+39	0	+ 74	325	+ 4	0	− 25
A.19.....	+29	96	−15	29	+40	0	+ 16	0	0	2	+ 12
A.20.....	−26	58	− 7	8	+22	26	+ 29	14	− 3	5	− 69
A.22.....	+ 6	6	−11	17	+46	6	+ 1	26	+19	23	− 45
A.23.....	+13	22	+ 3	0	+64	68	+ 9	6	+11	5	− 43
A.24.....	+ 2	2	+ 8	4	+29	8	− 5	48	− 6	10	+ 7
A.27.....	+21	53	+25	53	+20	32	− 2	36	−18	48	− 10
A.28.....	−12	10	"	"	+34	2	+166	"	−31	123	"
A.29.....	− 9	5	+19	29	+17	44	+ 9	6	+ 7	1	+ 38
27 *f*.....	− 8	4	+ 3	0	− 4	176	+ 10	5	+37	109	+ 34
28 *h*.....	− 2	0	− 2	2	+15	53	+ 11	4	+18	20	+ 38
A.30.....	− 1	0	+ 8	4	+50	14	− 9	68	+11	5	− 75
A.31.....	−10	6	+ 4	0	+34	2	+ 26	8	+22	32	− 52
A.32.....	−12	10	+ 9	5	+11	73	+ 44	73	+10	4	+ 12
A.33.....	−13	12	+12	10	+33	3	+ 25	6	+24	40	− 51
A.34.....	+24	68	−14	26	+38	0	− 14	96	+ 2	0	+ 74
A.37.....	−16	20	+12	10	+35	1	+ 33	26	+30	68	− 3
A.38.....	−28	68	+11	8	+30	6	+ 10	5	+ 1	1	+ 28
A.39.....	+38	160	"	"	+34	2	+ 8	8	+16	14	"
A.40.....	+21	53	"	"	+50	14	− 6	53	−30	116	"
Moy.....	− 2	+ 27	+ 2	+ 19	+38	+ 23	+ 17	+ 71	+ 4	+ 36	− 17 +

Ascensions droites.

G.		E.		B.		A.		T.		O.		E — K (siècle).	
$10^3 p^2$.	$10^3(\alpha_0-\alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3(\alpha_0-\alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3(\alpha_0-\alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3(\alpha_0-\alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3(\alpha_0-\alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3\mu$.	$10^3(\mu-m)^2$.
+ 68	+21	+12	+12	+ 4	+12	+ 8	+24	+ 32	— 47	0	— 11	+ 26
53	—10	40	— 3	8	—11	20	+ 5	0	— 13	109	+ 28	303
68	+25	22	"	"	+36	109	"	"	—106	360	— 74	221
176	+14	2	+11	2	—11	20	+ 9	1	—161	"	+ 16	185
2	+19	8	"	"	"	"	+31	63	— 44	0	— 39	14
2	+26	26	"	"	"	"	+48	176	—109	397	— 77	250
"	+ 8	0	"	"	"	"	+47	168	— 57	12	— 44	29
160	+22	14	+19	17	— 1	2	— 1	5	—125	624	+ 03	90
4	— 2	14	"	"	"	"	+ 6	0	— 52	4	— 27	0
122	+23	17	"	"	+14	12	+13	5	— 90	194	— 16	12
6	+ 8	0	"	"	+ 1	0	+18	14	— 42	2	— 03	58
1	— 8	32	"	"	"	"	—17	53	— 26	40	— 06	44
96	+14	2	"	"	"	"	—10	26	— 34	14	— 71	194
194	— 4	20	+ 6	0	+ 6	1	+13	5	— 25	44	— 30	1
14	+20	10	"	"	"	"	+34	78	— 29	29	— 77	250
6	+17	5	"	"	+19	26	+ 3	1	— 36	10	— 85	336
20	+13	1	"	"	"	"	— 3	8	— 31	23	— 52	63
303	+28	32	"	"	"	"	+12	4	+ 12	336	— 89	384
3	+ 5	3	"	"	"	"	—61	449	— 27	36	— 56	84
20	+ 1	8	"	"	"	"	—13	36	— 38	6	— 35	0
32	+ 5	2	"	"	"	"	+ 5	0	— 53	5	+ 53	640
40	+19	8	"	"	"	"	+37	96	— 5	168	— 99	518
0	+ 8	0	"	"	"	"	+15	8	— 18	78	— 03	58
62	+18	6	"	"	"	"	+19	17	— 49	1	— 11	26
63	+14	2	"	"	"	"	+15	8	— 26	40	— 28	0
176	+17	5	"	"	"	"	+18	14	— 12	116	+ 11	144
62	—12	48	"	"	—20	53	—83	792	"	"	00	73
36	— 3	17	"	"	"	"	—16	48	— 26	40	— 13	20
10	— 2	14	— 3	8	— 5	6	—20	68	— 18	78	— 13	20
90	+ 6	2	"	"	— 5	6	+18	14	— 53	5	— 19	6
14	+16	4	"	"	"	"	+ 4	0	— 1	202	— 39	14
6	+28	32	"	"	+20	29	+38	102	— 81	122	— 83	314
53	+10	0	"	"	"	"	+ 9	1	— 99	281	— 47	40
5	+15	3	"	"	"	"	+46	160	— 65	36	— 61	116
32	— 8	32	"	"	"	"	—34	160	— 35	12	+ 71	960
1	+ 7	1	"	"	"	"	— 6	14	— 78	102	— 52	63
48	+ 6	2	"	"	"	"	—15	44	— 5	168	— 76	240
58	+ 7	1	"	"	"	"	"	"	— 64	32	+ 68	903
122	+13	1	0	4	— 8	12	"	"	+ 9	303	+ 18	203
+ 59	+10	+12	+ 6	+ 6	+ 3	+ 22	+ 6	+ 74	— 46	+109	— 27	177

Déclinaisons.

Étoile.	K. $10^2(\delta_0-\delta)$.	K. $10^2 p^2$.	R. $10^2(\delta_0-\delta)$.	R. $10^2 p^2$.	J. $10^2(\delta_0-\delta)$.	J. $10^2 p^2$.	W. $10^2(\delta-\delta_0)$.	W. $10^2 p^2$.	C. $10^2(\delta_0-\delta)$.	C. $10^2 p^2$.	P $10^2(\delta_0-\delta)$.
16 *g*.....	+28″	+ 44″	—10″	32″	— 7″	+ 6″	+ 21″	+ 10″	— 9″	+ 3″	— 12″
17 *b*.....	+42	123	—43	260	— 4	3	+ 10	0	+ 3	5	— 31
18 *m*.....	— 4	12	″	″	+ 9	6	+ 3	6	″	″	— 2
19 *e*.....	+25	32	—36	194	— 5	4	+ 16	3	+23	73	— 91
A.3.....	—35	176	″	″	″	″	+ 50	152	″	″	″
A.4.....	— 9	26	+22	20	—17	32	+ 8	1	—15	12	— 46
A.6.....	—21	78	″	″	+ 8	5	+ 16	3	—39	122	— 62
20 *c*.....	+ 8	0	— 1	8	— 8	8	+ 8	1	+ 9	17	— 61
21 *k*.....	— 5	14	— 7	22	—16	29	0	12	— 2	0	+ 14
22 *l*.....	+10	1	+ 2	4	— 8	8	+ 1	10	— 8	2	— 15
A.9.....	—23	90	+43	123	—33	116	+ 1	10	—29	63	+ 61
23 *d*.....	+ 6	0	+27	36	+16	23	— 8	36	—25	44	— 46
A.10.....	+ 1	4	+21	17	—30	96	+ 19	6	— 3	0	— 17
A.11.....	+18	12	″	″	— 9	10	+ 1	10	—10	4	″
A.12.....	+19	14	+31	53	—15	26	— 2	17	+ 6	10	— 61
A.13.....	—20	73	+19	12	+34	109	+ 13	0	+21	62	— 36
A.15.....	+49	176	+ 7	0	—14	23	— 17	78	— 6	0	— 64
A.18.....	+25	32	+14	4	—26	73	+ 2	8	—10	4	— 38
A.19.....	—32	152	—23	96	+35	116	+ 13	0	+01	2	+ 22
A.20.....	+11	2	+29	44	+ 7	4	+ 4	5	+12	26	— 38
A.22.....	— 4	12	—29	137	+40	152	+ 27	26	+ 1	3	— 47
A.23.....	+20	17	— 5	17	— 9	10	+ 18	5	— 6	0	— 15
A.24.....	— 3	10	+37	84	—50	260	0	12	— 2	0	+ 53
A.27.....	+42	123	—15	53	—32	109	— 3	20	+10	20	+ 17
A.28.....	—11	32	″	″	—22	53	+ 67	314	— 7	1	″
A.29.....	+26	36	+ 4	2	—13	20	+ 3	6	— 2	0	— 37
27 *f*.....	—15	48	+18	10	+24	53	0	12	— 7	1	— 5
28 *h*.....	+10	1	+35	73	+24	53	+ 12	0	+31	123	— 58
A.30.....	—34	168	— 9	29	+11	10	+ 16	3	+ 3	5	+ 81
A.31.....	+26	36	+16	6	— 3	2	+111	″	—13	8	+ 31
A.32.....	+ 2	3	+15	5	+11	10	— 02	17	+20	58	+ 16
A.33.....	+21	20	+ 5	1	+ 1	0	+ 3	6	— 1	1	+ 29
A.34.....	— 5	14	+18	10	+17	26	+ 7	2	— 9	2	— 12
A.37.....	+46	152	+28	40	+ 2	0	+ 7	2	—15	12	+ 10
A.38.....	+ 2	3	+17	8	+15	20	— 2	17	—21	29	— 1
A.39.....	+ 8	0	″	″	+59	336	— 1	14	—14	10	″
A.40.....	+35	78	″	″	+32	96	— 3	20	—10	4	″
Moy.....	+ 7	+49	+ 8	+ 47	+ 1	+ 53	+ 11	+ 23	— 4	+ 21	— 14 +

Déclinaisons.

[illegible]	E.		B.		A.		T.		O.		E — K (siècle).	
$10^3 p^2$.	$10^3 (\alpha_0 - \alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3 (\alpha_0 - \alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3 (\alpha_0 - \alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3 (\alpha_0 - \alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3 (\alpha_0 - \alpha)$.	$10^3 p^2$.	$10^3 \mu$.	$10^6 (\mu - m)^2$.
0"	+13"	+ 4"	+13"	+ 2"	+19"	+ 44"	−21"	+ 32"	− 71"	+ 44"	+ 33"	+ 109"
14	− 4	12	0	0	0	0	+49	270	− 47	1	+102	1040
137	+10	1	"	"	+14	26	"	"	−103	281	− 31	96
32	+22	23	+ 2	4	+14	26	+87	810	− 77	73	+ 7	5
122	−16	53	"	"	"	"	−29	58	− 38	14	− 42	176
26	+19	14	"	"	"	"	+21	68	− 1	240	− 62	384
48	+33	68	"	"	"	"	+22	62	− 12	144	−120	1440
2	+22	22	+ 8	0	+ 1	1	+86	792	− 98	230	− 29	84
14	+14	5	"	"	−18	26	− 1	0	− 19	96	− 42	176
20	+17	10	"	"	− 6	2	− 8	2	− 8	176	− 16	26
20	− 6	17	"	"	"	"	− 5	0	− 26	58	− 38	144
26	− 7	20	+ 1	5	+11	17	− 5	0	− 14	130	+ 29	84
53	+13	4	"	"	"	"	− 3	0	− 10	160	− 27	73
40	− 1	6	"	"	"	"	−46	185	− 9	168	+ 42	176
2	+11	2	"	"	+20	48	−15	14	− 21	84	+ 18	32
90	− 5	14	"	"	"	"	−66	397	− 25	62	− 33	109
90	+14	5	"	"	"	"	+19	48	− 55	3	− 78	608
63	+11	2	"	"	"	"	−10	5	− 27	53	+ 31	96
0	+12	3	"	"	"	"	−13	10	− 49	0	−100	1000
26	+ 2	2	"	"	"	"	−27	58	− 48	0	+ 20	40
58	+ 8	0	"	"	"	"	+14	29	− 22	78	− 27	73
0	+ 1	4	"	"	"	"	− 1	0	− 31	36	+ 42	176
73	+ 4	1	"	"	"	"	−16	17	− 30	40	− 16	26
48	+15	6	"	"	"	"	+ 7	10	− 48	0	+ 60	260
14	−25	102	"	"	−33	96	−14	12	"	"	+ 31	96
176	+33	68	"	"	"	"	+37	160	− 38	14	− 16	26
0	+ 8	0	+ 1	5	+ 1	+ 1	+16	36	− 77	73	− 51	240
4	+ 7	0	"	"	+ 7	− 8	−39	130	− 58	6	+ 7	5
68	+ 9	0	"	"	"	"	−25	48	− 63	17	− 98	960
122	−12	36	"	"	−40	144	−33	90	− 78	78	+ 84	706
14	+ 9	0	"	"	"	"	− 8	3	− 88	144	− 16	26
23	0	5	"	"	"	"	−27	58	− 49	0	+ 47	221
123	0	5	"	"	"	"	−18	22	− 64	20	− 11	12
17	− 4	12	"	"	"	"	−21	32	− 71	44	+111	1232
90	+ 5	0	"	"	"	"	+ 6	8	− 80	90	− 7	5
0	+14	5	"	"	"	"	"	"	−100	250	− 13	17
22	+10	1	+33	62	− 15	17	"	"	−130	640	+ 56	314
− 45	+ 7	+14	+ 8	+11	+ 2	+33	− 3	+102	− 50	+ 98	0	+282

Les étoiles qui figurent dans ces Tableaux sont celles dont les mouvements relatifs déduits de la comparaison ELKIN-BESSEL (voir *Transactions*, p. 99) ne dépassent pas $0^s,10$ par siècle en ascension droite et $1'',5$ en déclinaison. Cette sélection a eu pour but d'éliminer les étoiles dont les forts mouvements introduiraient des résidus anormaux dans le calcul des poids.

Pour chacune de ces étoiles, nous avons calculé les quantités $a_0 = S\frac{a}{k}$, c'est-à-dire, en ascension droite, la moyenne des $\Delta\alpha_{corr.}$ et, en déclinaison, celle des $\Delta\delta_{corr.}$ fournies par les divers Catalogues.

Nous avons inscrit, dans les Tableaux précédents, les différences $a_0 - a$ et, pour chaque système de mesures, formé la moyenne $\sum \frac{a_0 - a}{n}$, les résidus r relatifs à cette moyenne, et la quantité $\sum \frac{r^2}{n}$.

La même opération a été faite sur les mouvements relatifs adoptés en première approximation; on a obtenu ainsi les quantités m et $\sum \frac{(\mu - m)^2}{n}$.

27. **Corrections d'origine adoptées.** — Dans le Tableau suivant, nous avons ensuite calculé les quantités $c - l$ d'après l'équation (4) (p. 41).

		Ascensions droites.							Déclinaisons.	
			1° $m = -0^s,027$ par siècle.			2° $m = 0$.			$m = 0$.	
Cat.	$(t_0 = 1877)$ $t - t_0$.	$\sum \frac{1}{n}(a_0 - a)$.	$m(t - t_0)$.	$c - l$.	c.	$c - l$.	c.	c adopt.	$c - l$.	c.
		s	s	s	s	s	s	s	"	"
K...	−37	−0,002	+0,010	+0,008	+0,004	−0,002	−0,006	0,000	+0,07	+0,03
R...	−11	+0,002	+0,003	+0,005	+0,001	+0,002	−0,002	0,000	+0,08	+0,04
J....	− 4	+0,038	+0,001	[+0,039]	+0,035	[+0,038]	+0,034	+0,034	−0,01	−0,03
W...	− 3	+0,017	+0,001	[+0,018]	+0,014	[+0,017]	+0,013	+0,013	+0,11	+0,07
C...	0	+0,004	0,000	+0,004	0,000	+0,004	0,000	0,000	−0,04	−0,08
P...	+ 2	−0,017	−0,001	[−0,018]	−0,022	[−0,017]	−0,021	−0,021	[−0,14]	−0,18
G...	+ 4	−0,018	−0,001	[−0,019]	−0,023	[−0,018]	−0,022	−0,022	[+0,33]	+0,29
E...	+ 8	+0,010	−0,002	+0,008	+0,004	+0,010	+0,006	0,000	+0,07	+0,03
B...	+10	+0,006	−0,003	+0,003	−0,001	+0,006	+0,002	0,000	+0,08	+0,04
A...	+13	+0,003	−0,004	−0,001	−0,005	+0,003	−0,001	0,000	+0,02	−0,02
T...	+16	+0,006	−0,004	+0,002	−0,002	+0,006	+0,002	0,000	−0,03	−0,07
O...	+21	−0,046	−0,006	[−0,052]	−0,056	[−0,046]	−0,050	−0,050	[−0,50]	−0,54
				$l = -0,004$		$l = -0,004$			$l = -0,04$	

Si la discussion comprenait un très grand nombre de Catalogues, on pourrait admettre que, dans leur ensemble, les corrections c recherchées deviennent accidentelles et se compensent : la moyenne des nombres $c - l$ ne serait autre que la constante l changée de signe. Mais ce n'est pas le cas ici, et, d'ailleurs, l'examen des quantités $\sum \frac{a_0 - a}{n}$ indique, *a priori*, que les corrections c seront, à quelques exceptions près, inappréciables. Il nous a donc paru meilleur, en calculant la moyenne des $c - l$, de laisser de côté les Catalogues pour lesquels ces quantités sont assez importantes et ont été écrites entre crochets dans le Tableau précédent.

Cela revient, du reste, à baser la présente recherche sur l'ensemble des mesures paraissant indemnes des erreurs que nous voulons déterminer.

D'un autre côté, nous avons pensé que la constante m, nulle en déclinaison, avait, en ascension droite, une valeur $-0^s,027$ par siècle trop faible pour que l'on puisse suffisamment en répondre, ainsi que des légères modifications qu'elle apporte au présent calcul. C'est pourquoi, en ascension droite, nous avons également adopté $m = 0$. On s'est, du reste, assuré qu'avec l'une ou l'autre de ces valeurs on obtient des résultats c presque identiques.

Parmi les corrections c ainsi calculées, nous avons adopté comme nulles celles qui ne dépassent pas $\pm 0^s,006$ en ascension droite et $\pm 0'',08$ en déclinaison, quantités que les Tableaux (p. 44 et suiv.) indiquent certainement inférieures à l'erreur moyenne probable de leur détermination.

Remarque. — L'application rigoureuse de la méthode exposée aurait exigé que les étoiles choisies figurassent toutes dans chaque Catalogue.

Pratiquement, cela eût été impossible, cette condition ne pouvant être réalisée que pour un nombre trop restreint d'étoiles. Nous avons tenu compte, dans une certaine mesure,

de cette divergence entre la méthode théorique et son application, en prenant pour valeur de t_0, non pas la moyenne simple (1879), mais la moyenne pondérée (1877) des dates t, à chacune desquelles on a attribué un poids égal au nombre d'étoiles employées dans chaque Catalogue.

28. **Poids adoptés.** — Dans le Tableau suivant, nous avons calculé les quantités qui, d'après la formule (5) (p. 43) doivent servir de *criterium* dans la détermination des poids à donner à chaque système de mesures dans les équations finales :

	Ascensions droites.					Déclinaisons.				Échelle des poids.	
Cat.	$\left(\frac{t-t_0}{100}\right)^2$.	$10^5\sum\frac{r^2}{n}$.	10^5 M.	$10^5\sum\frac{\varepsilon^2}{n}$.	Poids ad.	$10^5\sum\frac{r^2}{n}$.	10^5 M.	$10^5\sum\frac{\varepsilon^2}{n}$.	Poids ad.	$\sum\frac{\varepsilon^2}{n}\times10^5$ en α. $\times10^5$ en δ.	Po
K....	0,137	27	24	3	10	49	39	10	10	de 0 à	16...
R....	0,012	19	2	17	9	47	3	44	8	16	32...
J....	0,002	23	0	23	9	53	1	52	7	32	48...
W...	0,001	70	0	70	6	23	0	23	9	48	64...
C....	0,000	36	0	36	8	21	0	21	9	64	80...
P....	0,000	157	0	157	1	158	0	158	1	80	96...
G....	0,002	59	1	58	7	45	1	44	8	96	112...
E....	0,006	12	2	10	10	14	2	12	10	112	128...
B....	0,010	6	2	4	10	11	4	7	10	128	144...
A....	0,017	22	3	19	9	33	5	28	9	144	160...
T....	0,026	74	4	70	6	102	7	95	5		
O....	0,044	109	8	101	4	98	12	86	5		

D'après la théorie des erreurs, les poids devraient être inversement proportionnels aux quantités $\sum\frac{\varepsilon^2}{n}$. Toutefois, on ne peut accorder une confiance trop absolue aux nombres ainsi déterminés. Il est certain, en effet, que dans l'appréciation si délicate des poids, beaucoup de circonstances inconnues doivent échapper au calcul. D'ailleurs, les différentes méthodes employées par les astronomes qui se sont occupés de la formation d'un Catalogue montrent que cette détermination est toujours quelque peu livrée au sentiment de chacun. Nous avons donc suivi les coutumes habituelles en nous laissant, dans l'évaluation du poids, une certaine latitude au moyen de l'échelle figurant dans le Tableau précédent.

29. **Examen critique des mesures.** — La classification des mesures d'après leur poids indique la grande supériorité des mesures héliométriques. Il est intéressant de constater que, parmi ces mesures, les plus anciennes, celles de Bessel, n'ont pas été dépassées en précision par celles plus récentes d'Elkin, Battermann et Ambronn. A première vue il semble que, malgré les progrès de l'art photographique appliqué à l'Astronomie, les premiers clichés obtenus par Rutherfurd et Gould ont fourni des résultats meilleurs que les clichés modernes de Turner et d'Olsson. Mais ce résultat n'est qu'apparent, car, dans cette appréciation, il est indispensable de tenir compte du nombre de clichés mesurés, savoir :

Mesure.	Nombre de clichés.	Poids α.	Poids δ.
R	20	9	8
J	10	9	7
C	13	8	9
T	3	6	5
O	1	4	5

On voit alors que les mesures photographiques modernes ne le cèdent en rien aux anciennes. En particulier celles d'Olsson, faites sur un seul cliché, paraissent comporter une grande précision due certainement à l'emploi d'un réseau très bien étudié provenant de l'atelier P. Gautier, à Paris. Il est seulement regrettable que ces mesures n'aient pas été répétées sur un plus grand nombre de clichés.

C'est pour la même raison que les mesures différentielles des Pléiades déduites de 2 ou 3 zones seulement des *Astronomische Gesellschaft* apparaissent avec un poids un peu inférieur à celui des observations héliométriques.

Le poids un peu moindre accordé en ascension droite aux mesures de Wolf semble indiquer que la méthode des Passages employée par cet astronome ne comporte pas autant d'exactitude que les précédentes. En revanche, ses mesures de déclinaison montrent qu'un bon emploi du micromètre permet d'atteindre presque la même précision.

Enfin le faible poids des mesures de Pritchard au micromètre double et les erreurs systématiques considérables que nous y avons relevées en ascension droite indiquent que ce procédé comporte probablement d'autres erreurs inconnues qui en altèrent notablement la valeur.

30. **Équations de condition.** — En appliquant aux quantités $\Delta\alpha_{corr}$, $\Delta\delta_{corr}$ antérieurement déterminées les corrections que nous venons de calculer, nous avons obtenu les $\Delta\alpha_{ad}$, $\Delta\delta_{ad}$. Dans les Tableaux (p. 53 et suiv.) nous donnons ces quantités, les poids correspondants ainsi que les résultats, pour chaque étoile, de la résolution par les moindres carrés des équations de condition telles que

$$\Delta\alpha_{ad} = \Delta\alpha_0 + \mu(t - t_0) \quad \text{en ascension droite,}$$
$$\Delta\delta_{ad} = \Delta\delta_0 + \nu(t - t_0) \quad \text{en déclinaison.}$$

Dans ces équations, t_0 représente l'époque moyenne des observations, $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$ les positions relatives à cette époque, μ et ν les mouvements propres relatifs par siècle.

Nous avons également calculé les résidus O — C, *observation-calcul*, et les erreurs moyennes quadratiques des inconnues quand le nombre des équations a été suffisant.

Les époques moyennes t_0 ayant été trouvées sensiblement les mêmes en ascension droite et en déclinaison, nous avons écrit dans les Tableaux précédents une seule date (en années rondes) pour chaque étoile.

Les mouvements propres n'ont été recherchés que pour les étoiles dont on disposait de trois mesures au moins. Pour les autres on a seulement fait le calcul des positions moyennes. Quelques résultats relatifs à de petites étoiles dont on ne possédait pas suffisamment d'observations nous ont paru douteux; on les a indiqués comme on le fait ordinairement par le signe (:).

Enfin un certain nombre de mesures trop discordantes ont été rejetées dans la résolution des équations de condition : ce sont celles que nous avons inscrites entre crochets dans les Tableaux suivants :

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					Wolf 11.				
J.....	73	— 899	— 865	9	— 005	+ 6,00	+ 6,00	7	00
G.....	81	— 851	— 873	7	+ 14	+ 5,46	+ 5,75	8	+ 05
E.....	85	— 909	— 909	10	— 08	+ 5,55	+ 5,55	10	— 01
	1880		—3.45,884				+15.35,74		
			—0,34				—3,7		
					Wolf 12.				
J.....	73	— 539	— 505	9	"	— 5,64	— 5,64	7	"
G.....	81	— 448	— 470	7	"	— 6,53	— 6,24	8	"
	1877		—3.45,49				—27.55,9		
					Wolf 20.				
J.....	73	— 466	— 432	9	000	+ 5,20	+ 5,20	7	— 01
G.....	81	— 430	— 452	7	— 03	+ 4,70	+ 4,99	8	+ 08
E.....	85	— 457	— 457	10	00	+ 4,74	+ 4,74	10	— 03
	1880		—3.29,447				+26.34,95		
			—0,21				—3,7		
					Wolf 22.				
W....	74	— 877	— 933	6	"	+ 7,43	+ 7,43	9	"
	1874		—3.28,93				+1.57,4		
					Wolf 23.				
G.....	81	— 899	— 921	7	"	— 2,70	— 2,41	8	"
	1881		—3.28,92				—13.52,4		
					Wolf 39.				
W....	74	— 683	— 746	6	"	— 1,85	— 1,85	9	"
	1874		—3.13,75				—0.41,8		
					Wolf 40.				
G	81	— 285	— 307	7	"	+ 7,35	+ 7,64	8	"
	1881		—3.10,31				+45.37,6		
					Wolf 47.				
J.....	73	— 055	— 021	9	— 001	+ 1,29	+ 1,29	7	+ 43
W....	74	— 969	— 017	6	+ 04	+ 0,60	+ 0,60	9	— 24
C.....	"	— 232	—[233]	"	"	+ 0,56	+[9,96]	"	"
G.....	81	— 992	— 014	7	+ 09	+ 0,26	+ 0,55	8	— 18
E.....	85	— 035	— 035	10	— 11	+ 0,70	+ 0,70	10	+ 04
T.....	93	— 023	— 023	6	+ 03	+ 0,40	+ 0,40	5	— 12
O.....	98	— 972	— 022	4	+ 05	+ 1,15	+ 0,61	5	+ 17
	1883		—3.5,023				+1.10,70		
			—0,028				—1,70		

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
				Wolf 51.					
J.....	73	— 656	— 622	9	— 003	+ 5,37	+ 5,37	7	— 06
G.....	81	— 604	— 626	7	+ 09	+ 4,96	+ 4,96	8	+ 24
E.....	85	— 649	— 649	10	— 06	+ 4,70	+ 4,70	10	— 09
	1880		—3m.3s,633				+16′.55″,06		
			—0,20				—5,3		
				16 *g* Cœleno.					
K.....	40	— 888	— 888	10	+ 001	+ 8,98	+ 8,98	10	— 07
R.....	66	— 880	— 892	9	— 03	+ 9,95	+ 9,36	8	+ 20
J.....	73	— 911	— 877	9	+ 12	+ 9,33	+ 9,33	7	+ 15
W....	74	— 813	[— 817]	6	"	+ 9,05	+ 9,05	9	— 14
C.....	77	— 881	— 892	8	— 04	+ 9,87	+ 9,35	9	+ 15
P.....	79	— 816	[— 810]	1	"	+ 9,38	+ 9,20	1	— 01
G.....	81	— 880	— 902	7	— 14	+ 8,92	+ 9,21	8	— 01
E.....	85	— 893	— 893	10	— 05	+ 9,13	+ 9,13	10	— 10
B.....	87	— 883	— 883	10	+ 04	+ 9,13	+ 9,13	10	— 11
A.....	90	— 884	— 884	9	+ 04	+ 9,07	+ 9,07	9	— 18
T.....	93	— 896	— 896	6	— 08	+ 9,47	+ 9,47	5	+ 21
O.....	98	— 825	— 875	4	+ 13	+ 9,97	+ 9,43	5	+ 15
	1877		—2.40,888	±0,003			+10.39,20	±0,04	
			+0,002	±0,019			+0,40	±0,28	
				Wolf 65.					
G.....	81	— 529	— 551	7	"	— 3,98	— 3,69	8	"
O.....	98	— 593	— 643	4	"	— 2,06	— 2,60	5	"
	1887		—2.38,58				—31.23,3		
				17 *b* Électre.					
K.....	40	— 077	— 077	10	—002	+ 5,42	+ 5,42	10	— 24
R.....	66	— 095	— 095	9	— 21	+ 6,84	+ 6,27	8	+ 51
J.....	73	— 106	— 072	9	+ 01	+ 5,88	+ 5,88	7	+ 09
W....	74	— 038	— 041	6	+ 22	+ 5,74	+ 5,74	9	— 03
C.....	77	— 036	— 036	8	+ 37	+ 6,32	+ 5,81	9	+ 01
P.....	79	— 073	— 094	1	— 21	+ 6,15	+ 5,97	1	+ 16
G.....	81	— 072	— 094	7	— 21	+ 5,63	+ 5,92	8	+ 10
E.....	85	— 064	— 064	10	+ 09	+ 5,88	+ 5,88	10	+ 05
B.....	87	— 071	— 071	10	+ 01	+ 5,84	+ 5,84	10	00
A.....	90	— 063	— 063	9	+ 09	+ 5,84	+ 5,84	9	— 01
T.....	93	— 079	— 079	6	— 07	+ 5,35	+ 5,35	5	— 51
O.....	98	— 054	— 104	4	— 32	+ 6,31	+ 5,77	5	— 11
	1877		—2.36,073	±0,006			+0.5,80	±0,07	
			+0,006	±0,039			+0,36	±0,44	

Cat.	ε.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
				JACOBY 8.					
J.....	73	— 964	— 930	9	"	— 3,49	— 3,49	7	"
G.....	81	— 855	— 877	7	"	— 4,37	— 4,08	8	"
	1877		—2.34,90				—50.33,8		
				WOLF 72.					
J.....	73	— 572	— 538	9	— 015	+ 8,78	+ 8,78	7	+ 23
W....	74	— 453	— 492	6	+ 33	+ 8,20	+ 8,20	9	— 35
C.....	78	— 548	— 557	8	— 26	+ 9,30	+ 8,84	9	+ 28
G.....	81	— 470	— 492	7	+ 47	+ 8,26	+ 8,55	8	— 01
E.....	85	— 557	— 557	10	— 15	+ 8,47	+ 8,47	10	— 09
T.....	93	— 564	— 564	6	— 10	+ 8,44	+ 8,44	5	— 13
O.....	98	— 497	— 547	4	+ 14	+ 9,26	+ 8,72	5	+ 14
	1882	— 2.22,537				+ 9. 8,56			
		— 0,152				+ 0,11			
				WOLF 73.					
J.....	73	— 216	— 182	9	+ 004	— 0,16	— 0,16	7	+ 64
C	78	— 235	— 210	8	— 30	— 1,19	— 1,65	9	— 83
G.....	81	— 125	— 147	7	+ 30	— 1,04	— 0,75	8	+ 08
E.....	85	— 168	— 168	10	+ 05	— 0,63	— 0,63	10	+ 22
T.....	93	— 165	— 165	6	— 01	— 0,95	— 0,95	5	— 07
O.....	98	— 116	— 166	4	— 07	— 0,24	— 0,38	5	+ 12
	1883	— 2.22,175				— 24.30,84			
		+ 0,108				— 0,38			
				18 M.					
K.....	40	— 019	— 019	10	— 001	+ 1,61	+ 1.61	10	+ 09
J.....	73	— 043	— 009	9	+ 21	+ 1,48	+ 1,48	7	— 03
W....	74	— 852	— 991	6	+ 40	+ 1,54	+ 1,54	9	+ 03
P.....	79	— 939	— 100	1	— 69	+ 1,59	+ 1,41	1	— 10
G.....	81	— 036	— 058	7	— 25	+ 0,87	+ 1,16	8	— 35
E.....	85	— 053	— 053	10	— 18	+ 1,47	+ 1,47	10	— 04
A.....	90	— 063	— 063	9	— 27	+ 1,43	+ 1,43	9	— 08
O.....	98	— 922	— 972	4	+ 68	+ 2,60	+ 2,06	5	+ 55
	1875	— 2.21,031		± 0,011		+ 43.41,51		± 0,09	
		— 0,038		± 0,063		— 0,02		± 0,49	
				19 e TAYGÈTE.					
K.....	40	— 217	— 217	10	— 002	+ 2,67	+ 2,67	10	+ 05
R.....	66	— 190	— 215	9	— 07	+ 3,78	+ 3,28	8	— 43
J.....	73	— 224	— 190	9	+ 16	+ 2,97	+ 2,97	7	+ 23
W....	74	— 167	— 178	6	+ 28	+ 2,76	+ 2,76	9	+ 02

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O—C.
		s	s		s	″	″		″
C.....	77	— 171	— 193	8	+ 12	+ 3,14	+ 2,69	9	— 06
P.....	79	— 264	[— 271]	1	″	+ 3,82	+ 3,64	1	+ 88
G.....	81	— 220	— 242	7	— 38	+ 2,77	+ 3,06	8	+ 30
E.....	85	— 210	— 210	10	— 07	+ 2,70	+ 2,70	10	— 08
B.....	87	— 207	— 207	10	— 05	+ 2,90	+ 2,90	10	+ 11
A.....	90	— 185	— 185	9	+ 17	+ 2,78	+ 2,78	9	— 02
T.....	93	— 205	— 205	6	— 04	+ 2,05	+ 2,05	5	— 76
O.....	98	— 035	[— 085]	4	″	+ 3,69	+ 3,15	5	+ 33
	1877	— 2.17,205		± 0,006		+ 21.22,75		± 0,09	
		+ 0,026		± 0,036		+ 0,35		± 0,57	
				Wolf 84.					
J.....	73	— 247	— 213	9	+ 021	+ 0,99	+ 0,99	7	+ 09
G.....	81	— 221	— 243	7	— 19	+ 0,79	+ 1,08	8	+ 13
E.....	85	— 235	— 235	10	— 15	+ 0,79	+ 0,79	10	— 18
O.....	98	— 124	— 174	4	+ 31	+ 1,62	+ 1,08	5	+ 03
	1883	— 2,10,222				+ 48.40,96			
		+ 0,12				+ 0,6			
				Wolf 86.					
W....	74	— 320	— 371	6	″	+ 5.20	+ 5,20	9	″
O.....	98	— 102	— 152	4	″	+ 6,95	+ 6,41	5	″
	1883	— 2. 9,28 :				+ 4. 5,6			
				Jacoby 14.					
J.....	73	— 049	— 015	9	″	— 8,78	— 8,78	7	″
G.....	81	— 003	— 025	7	″	— 9,99	— 9,70	8	″
	1877	— 2. 3,02				— 54.19,3			
				An. 1.					
K	40	— 335	— 335	10	— 006	— 9,89	— 9,89	10	+ 09
R.....	66	— 330	— 325	9	+ 14	— 9,82	— 0,27	8	+ 05
J.....	73	— 380	— 346	9	— 04	— 0,25	— 0,25	7	+ 16
W....	74	— 260	— 324	6	+ 18	— 0,60	— 0,60	9	— 18
C.....	77	— 366	— 361	8	— 18	— 0,15	— 0,55	9	— 09
P.....	79	— 257	— 301	1	+ 44	— 0,41	— 0,59	1	— 12
G	81	— 311	— 333	7	+ 12	— 1,09	— 0,80	8	— 29
E.....	85	— 352	— 352	10	— 06	— 0,55	— 0,55	10	+ 01
T.....	93	— 364	— 364	6	— 15	— 0,69	— 0,69	5	— 03
O.....	98	— 289	— 339	4	+ 12	— 9,71	— 0,25	5	+ 48
	1874	— 2. 2,342		± 0,005		— 4.30,42		± 0,07	
		— 0,037		± 0,029		— 1,28		± 0,41	

Cat.	ℓ.	Δα 1872.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1872.	Δδ ad.	p.	C.—C.
					AN. 2.				
K.....	40	— 285	— 285	10	— 001	+ 2,94	+ 2,94	10	+ 12
R.....	66	— 255	— 280	9	+ 15	+ 2,40	+ 1,98	8	— 30
J.....	73	— 324	— 290	9	+ 08	+ 2,25	+ 2,25	7	+ 11
W....	74	— 236	— 286	6	+ 12	+ 1,73	+ 1,73	9	— 27
C.....	77	— 299	— 321	8	— 22	+ 2,70	+ 2,33	9	+ 27
G.....	81	— 280	— 302	7	— 01	+ 1,73	+ 2,02	8	+ 04
E.....	85	— 319	— 319	10	— 16	+ 1,96	+ 1,96	10	+ 07
T.....	93	— 341	— 341	6	— 35	+ 1,97	+ 1,97	5	+ 24
O.....	98	— 184	— 234	4	+ 74	+ 2,02	+ 1,48	5	— 15
	1874	— 1.55,298		± 0,009		+ 21.12,12		± 0,07	
		— 0,042		± 0,055		— 2,05		± 0,46	
					AN. 3.				
K.....	40	— 203	— 203	10	000	— 5,84	— 5,84	10	+ 17
W....	74	— 198	— 262	6	— 32	— 6,69	— 6,69	9	— 47
G....	81	— 163	— 185	7	+ 51	— 6,87	— 6,58	8	— 31
E.....	85	— 250	— 250	10	— 11	— 6,03	— 6,03	10	+ 26
T.....	93	— 262	— 262	6	— 23	— 5,90	— 5,90	5	+ 45
O.....	98	— 193	— 243	4	+ 06	— 5,81	— 6,35	5	+ 3
	1875	— 1.53,231				— 1.36,23			
		— 0,080				— 0,64			
					AN. 4				
K.....	40	— 553	— 553	10	+ 003	+ 2,89	+ 2,89	10	— 06
R.....	66	— 574	— 590	9	+ 02	+ 2,99	+ 2,58	8	— 22
J.....	73	— 633	— 599	9	+ 02	+ 2,97	+ 2,97	7	+ 21
W....	74	— 592	— 614	6	— 11	+ 2,72	+ 2,72	9	— 03
C.....	77	— 592	— 606	8	+ 01	+ 3,31	+ 2,95	9	+ 23
P.....	79	— 630	— 624	1	— 16	+ 3,26	+ 3,08	1	+ 36
G.....	81	— 605	— 627	7	— 15	+ 2,63	+ 2,92	8	+ 21
E.....	85	— 611	— 611	10	+ 007	+ 2,61	+ 2,61	10	— 08
T.....	93	— 620	— 620	6	+ 09	+ 2,59	+ 2,59	5	— 05
O....	98	— 473	—[523]	4	"	+ 2,81	+ 2,27	5	— 34
	1874	—1.51.603		±0,003		+13.32,75		±0,06	
		—0.137		±0,018		—0,59		±0,40	
					AN. 5.				
K....	40	— 091	— 091	10	— 003	+ 3,93	+ 3,93	10	+ 12
J.....	73	— 148	— 114	9	— 08	+ 2,95	+ 2,95	7	— 21
W....	74	— 994	— 082	6	+ 25	+ 2,94	+ 2,94	9	— 20
P....	79	— 047	— 099	1	+ 10	+ 4,50	+[4,32]	1	"
E....	85	— 111	— 111	10	+ 02	+ 2,89	+ 2,89	10	— 04
T.....	93	— 150	— 150	4	— 32	+ 2,88	+ 2,88	5	+ 11
O....	98	— 046	— 096	4	+ 24	+ 3,47	+ 2,93	5	+ 26
	1874	—1.50.107		±0,008		+31. 3.13		±0,08	
		—0,056		±0,039		—1,97		±0,42	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O—C.
					Wolf 106.				
E....	85	— 962	— 962	10	"	+ 7",28	+ 7",28	10	"
O....	98	— 918	— 968	4	"	+ 7,73	+ 7,19	5	"
	1889	—1.48.964				+47'.47".25			
					An. 6.				
K....	40	— 830	— 830	10	— 001	+ 4,80	+ 4,80	10	+ 14
J....	73	— 911	— 877	9	— 07	+ 4,51	+ 4,51	7	— 02
W....	74	— 799	— 837	6	+ 35	+ 4,43	+ 4,43	9	— 09
C....	77	— 908	— 919	8	— 43	+ 5,33	+ 4,98	9	+ 47
P....	79	— 792	— 786	1	+ 91	+ 5,21	+ 5,03	1	+ 53
G....	81	— 843	— 865	7	+ 16	+ 4,04	+ 4,33	8	— 16
E....	85	— 881	— 881	10	+ 05	+ 4,26	+ 4,26	10	— 22
T....	93	— 905	— 905	6	— 09	+ 4,37	+ 4,37	5	— 7
O....	98	— 853	— 903	4	00	+ 4,71	+ 4,17	5	— 25
	1875	—1.47.873		±0,009		+10.44.52		±0,09	
		—0,127		±0,052		—0,42		±0,53	
					20 c Maia.				
K....	40	— 938	— 938	10	+ 007	+ 0,27	+ 0,27	10	— 04
R....	66	— 916	— 934	9	— 05	+ 0,73	+ 0,36	8	+ 07
J....	73	— 955	— 921	9	+ 04	+ 0,43	+ 0,43	7	+ 15
W....	74	— 929	— 919	6	+ 05	+ 0,27	+ 0,27	9	— 01
C....	77	— 875	— 891	8	+ 31	+ 0,59	+ 0,26	9	— 02
P....	79	— 929	— 924	1	— 03	+ 0,96	+ 0,78	1	+ 50
G....	81	— 937	— 959	7	— 40	+ 0,06	+ 0,35	8	+ 07
E....	85	— 937	— 937	10	— 20	+ 0,14	+ 0,14	10	— 13
B....	87	— 933	— 933	10	— 18	+ 0,27	+ 0,27	10	00
A....	90	— 903	— 903	9	+ 11	+ 0,34	+ 0,34	9	+ 07
T....	93	— 914	— 914	6	— 02	+ 9,49	+ 9,49	5	— 78
O....	98	— 790	— 840	4	+ 69	+ 1,33	+ 0,79	5	+ 53
	1877	—1.39,922		±0,007		+15.30,28		±0,07	
		+0,062		±0.046		—0,09		±0,49	
					Jacoby 21.				
J....	73	— 241	— 207	9	"	— 3,33	— 3,33	7	"
G....	81	— 132	— 154	7	"	— 4,23	— 3,94	8	"
	1877	—1.37,18				—57.43,7			
					An. 7.				
K....	40	— 930	— 930	10	000	— 2,75	— 2,75	10	+ 17
R....	66	— 930	— 925	9	+ 16	— 2,90	— 3,26	8	— 04
J....	73	— 985	— 951	9	— 07	— 3,17	— 3,17	7	+ 13
W....	74	— 888	— 949	6	— 05	— 3,39	— 3,39	9	— 08
C....	77	— 958	— 954	8	— 09	— 3,05	— 3,36	9	— 02
P....	79	— 943	— 985	1	— 39	— 2,36	— 2,54	1	+ 8

		Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
		s	s		s	″	″		″
G....	81	— 932	— 954	7	— 07	— 3,93	— 3,64	8	— 25
E....	85	— 942	— 942	10	+ 06	— 3,48	— 3,48	10	— 05
T.....	93	— 950	— 950	6	+ 02	— 3,48	— 3,48	5	+ 05
O....	98	— 892	— 942	4	+ 12	— 2,61	— 3,15	5	+ 43
	1874	—1m.36s,944		±0,003		—4′.13″,31		±0,07	
		—0,040		±0,021		—1,14		±0,42	

21 *k* Astérope.

K....	40	— 615	— 615	10	— 001	+ 3,47	+ 3,47	10	— 05
R....	66	— 574	— 605	9	+ 06	+ 3,84	+ 3,49	8	+ 05
J.....	73	— 639	— 605	9	+ 04	+ 3,58	+ 3,58	7	+ 16
W....	74	— 548	— 588	6	+ 21	+ 3,42	+ 3,42	9	00
C.....	77	— 575	— 603	8	+ 06	+ 3,75	+ 3,44	9	+ 03
P....	79	— 551	— 579	1	+ 29	+ 3,28	+ 3,10	1	— 30
G....	81	— 616	— 638	7	— 30	+ 2,97	+ 3,26	8	— 13
E....	85	— 622	— 622	10	— 14	+ 3,28	+ 3,28	10	— 10
A....	90	— 613	— 613	9	— 06	+ 3,60	+ 3,60	9	+ 23
T.....	93	— 612	— 612	6	— 06	+ 3,43	+ 3,43	5	+ 07
O....	98	— 509	— 559	4	+ 47	+ 3,61	+ 3,07	5	— 27
	1876	—1.35,609		±0,006		+26.43,41		±0,04	
		+0,015		±0,035		—0,30		±0,28	

22 *l* Astérope.

K....	40	— 132	— 132	10	— 001	+ 8,68	+ 8,68	10	— 09
R....	66	— 104	— 133	9	— 01	+ 9,08	+ 8,76	8	00
J.....	73	— 162	— 128	9	+ 04	+ 8,86	+ 8,86	7	+ 11
W....	74	— 093	— 133	6	— 01	+ 8,77	+ 8,77	9	+ 02
C....	77	— 102	— 128	8	+ 34	+ 9,14	+ 8,86	9	+ 11
P....	79	— 079	— 100	1	+ 32	+ 8,93	+ 8,75	1	00
G....	81	— 115	— 137	7	— 05	+ 8,59	+ 8,88	8	+ 13
E....	85	— 133	— 133	10	— 01	+ 8,61	+ 8,61	10	— 13
A....	90	— 126	— 126	9	+ 06	+ 8,84	+ 8,84	9	+ 10
T.....	93	— 143	— 143	6	— 10	+ 8,86	+ 8,86	5	+ 12
O....	98	— 083	— 133	4	00	+ 8,86	+ 8,32	5	— 42
	1876	—1.27,132		±0,002		+25.8,75		±0,05	
		—0,003		±0,012		—0,06		±0,30	

Wolf 137.

C.....	81	— 623	— 620	8	″	— 6,80	— 7,06	9	″
O....	98	— 569	— 619	4	″	— 5,33	— 5,87	5	″
	1887	—1.20,62				—2.56,6:			

Cat.	t.	Δα 1878.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1878.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					An. 8.				
K....	40	— 325	— 325	10	+ 004	+ 2,45	+ 2,45	10	— 17
J.....	73	— 382	— 348	9	— 13	+ 3,76	+ 3,76	7	+ 31
W....	74	— 324	— 356	6	— 21	+ 3,42	+ 3,42	9	— 05
C.....	77	— 314	— 319	8	+ 16	+ 4,15	+ 3,91	9	+ 36
P.....	79	— 365	— 368	1	— 32	+ 3,04	+ 2,86	1	— 74
G....	81	— 320	— 342	7	— 06	+ 3,52	+ 3,81	8	+ 16
E....	85	— 327	— 327	10	+ 10	+ 3,72	+ 3,72	10	— 03
T.....	93	— 318	— 318	6	+ 20	+ 3,59	+ 3,59	5	— 36
O.....	98	— 309	— 359	4	— 20	+ 4,34	+ 3,80	5	— 28
	1875	—1.15,335		±0,005		+5.13,50		±0,10	
		—0,016		±0,032		+2,50		±0,58	
					An. 9.				
K.....	40	— 051	— 051	10	+ 009	+ 3,95	+ 3,95	10	+ 07
R.....	66	— 052	— 058	9	+ 13	+ 3,56	+ 3,29	8	— 50
J.. ..	73	— 129	— 095	9	— 21	+ 4,05	+ 4,05	7	+ 29
W....	74	— 101	— 137	6	— 63	+ 3,71	+ 3,71	9	— 05
C.....	77	— 070	— 075	8	00	+ 4,25	+ 4,01	9	+ 26
P.....	79	— 051	— 055	1	+ 21	+ 3,10	+ 2,92	1	— 81
G.....	81	— 020	— 042	7	+ 35	+ 3,53	+ 3,82	8	+ 09
E.....	85	— 083	— 083	10	— 04	+ 3,78	+ 3,78	10	+ 06
T.....	93	— 059	— 059	6	+ 23	+ 3,77	+ 3,77	5	+ 08
O.....	98	— 035	— 085	4	— 01	+ 3,98	+ 3,44	5	— 23
	1874	— 1.13,074		±0,009		+4.53,76		±0,09	
		—0,011		±0,054		—0,36		±0,54	
					23 *d* Mérope.				
K....	40	— 805	— 805	10	+ 001	— 5,03	— 5,03	10	— 02
R.....	66	— 825	— 814	9	+ 06	— 4,99	— 5,24	8	— 22
J.....	73	— 869	— 835	9	— 11	— 5,13	— 5,13	7	— 13
W....	74	— 774	— 828	6	— 04	— 4,89	— 4,89	9	+ 13
C.....	77	— 807	— 797	8	+ 29	— 4,50	— 4,72	9	+ 30
P.....	79	— 736	— 815	1	+ 13	— 4,51	— 4,69	1	+ 33
G.....	81	— 849	— 871	7	— 43	— 5,46	— 5,17	8	— 15
E.....	85	— 819	— 819	10	+ 11	— 4,90	— 4,90	10	+ 12
B.....	87	— 829	— 829	10	+ 02	— 4,98	— 4,98	10	+ 04
A.....	90	— 829	— 829	9	+ 04	— 5,09	— 5,09	9	— 06
T.....	93	— 836	— 836	6	— 01	— 4,92	— 4,92	5	+ 10
O.....	98	— 798	— 848	4	— 11	— 4,83	— 5,37	5	— 35
	1877	—1.8,826		±0,005		—9.35,02		±0.05	
		—0,055		±0,033		—0,02		±0,35	

Cat.		Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.–C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.–C.
					AN. 10.				
K.....	40	— 019	— 019	10	— 006	+ 0,04	+ 0,04	10	— 04
R.....	66	— 013	— 023	9	+ 08	+ 0,07	+ 9,84	8	— 19
J.....	73	— 098	— 064	9	— 28	+ 0,35	+ 0,35	7	+ 34
W....	74	— 999	— 023	6	+ 14	+ 9,86	+ 9,86	9	— 15
C.....	77	— 004	— 013	8	+ 26	+ 0,28	+ 0,08	9	+ 08
P.....	79	— 040	— 036	1	+ 05	+ 0,22	+ 0,04	1	+ 04
G.....	81	— 004	— 026	7	+ 16	+ 9,95	+ 0,24	8	+ 24
E....	85	— 054	— 054	10	— 09	+ 9,92	+ 9,92	10	— 07
T.....	93	— 068	— 068	6	— 18	+ 0,08	+ 0,08	5	+ 11
O.....	98	— 005	— 055	4	— 01	+ 0,15	+ 9,61	5	— 35
	1874	—1m.2s,037		±0,006		+8′.50″,01		±0,07	
		—0,071		±0,036		—0,21		±0,42	
					WOLF 158.				
C.....	81	— 035	— 020	8	"	— 7,84	— 8,02	9	"
O.....	98	— 992	— 042	4	"	— 6,41	— 6,95	5	"
	1887	—0.56,03				—14.47,6			
					WOLF 161.				
J.....	73	— 351	— 317	9	— 024	— 0,08	— 0,08	5	+ 12
W....	74	— 022	— 268	6	+ 26	— 0.49	— 0,49	9	— 31
C.....	77	— 337	— 298	8	— 01	— 0,08	— 0,25	9	— 12
G.....	81	— 236	— 258	7	+ 43	— 9,93	— 9,64	8	+ 43
E.....	85	— 319	— 319	10	— 14	— 9,99	— 9,99	10	+ 02
T.....	93	— 340	— 340	6	— 26	— 9,59	— 9 59	5	+ 29
O.....	98	— 256	— 306	4	+ 13	— 9,67	— 0,21	5	— 41
	1882	—0.53,302				—29.0,66			
		—0,104				+1,61			
					WOLF 168.				
W....	74	— 157	— 321	6	"	— 9,76	— 9,76	9	"
C.....	81	— 383	— 363	8	"	— 1,22	— 1,38	9	"
O.....	98	— 237	— 287	4	"	— 9,34	— 9,88	5	"
	1882	—0.50,33 :				—19.10,4 :			
					AN. 11.				
K.....	40	— 526	— 526	10	+ 021	— 4,37	— 4,37	10	— 07
J.....	73	— 630	— 596	9	— 19	— 4,10	— 4,10	7	+ 12
W....	74	— 556	— 612	6	— 34	— 4,20	— 4,20	9	+ 02
C.....	77	— 618	— 618	8	— 37	— 3,93	— 4,09	9	+ 13
G.....	81	— 567	— 589	7	— 05	— 4,60	— 4,43	8	— 23
E.....	85	— 575	— 575	10	+ 13	— 4,18	— 4,18	10	+ 02

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
		s	s		s	″	″		″
T.....	93	— 562	— 562	6	+ 33	— 3,73	— 3,73	5	+ 45
O.....	98	— 518	— 568	4	+ 32	— 4,10	— 4 64	5	— 48
	1875	—0.49,579		±0,010		—0.14,22		±0,09	
		—0,090		±0,058		+0,24		±0,53	

AN. 12.

K.....	40	— 762	— 762	10	+ 006	+ 9,42	+ 9,42	10	— 05
R.....	66	— 767	— 796	9	— 13	+ 9,41	+ 9,30	8	— 20
J.....	73	— 824	— 790	9	— 03	+ 9,76	+ 9,76	7	+ 24
W....	74	— 749	— 793	6	— 05	+ 9,63	+ 9,63	9	+ 11
C.....	77	— 766	— 792	8	— 02	+ 9,65	+ 9,55	9	+ 03
P.....	79	— 742	— 762	1	+ 29	+ 0,22	+ 0,04	1	+ 52
G.....	81	— 757	— 779	7	+ 13	+ 9,33	+ 9,62	8	+ 09
E.....	85	— 800	— 800	10	— 06	+ 9,50	+ 9,50	10	— 03
A.....	90	— 802	— 802	9	— 05	+ 9,41	+ 9,41	9	— 13
T.....	93	— 786	— 786	6	+ 13	+ 9,76	+ 9,76	5	+ 21
O.....	98	— 747	— 797	4	+ 05	+ 9,82	+ 9,28	5	— 27
	1876	—0.30,789		±0,003		+24.49,52		±0,05	
		—0,057		±0,018		+0,15		±0,29	

WOLF 188.

J.....	73	— 358	— 524	9	+ 016	+ 8,98	+ 8,98	7	— 10
W....	74	— 379	— 537	6	+ 01	+ 9,14	+ 9,14	9	+ 06
G.....	81	— 521	— 543	7	— 09	+ 8,84	+ 9,13	8	+ 06
E.....	85	— 551	— 551	10	— 19	+ 9,03	+ 9,03	10	— 03
O.....	98	— 447	— 497	4	+ 27	+ 9,58	+ 9,04	5	— 01
	1881	—0.27,534				+42.49,07			
		+0,056				—0,14			

AN. 13.

K.....	40	— 448	— 448	10	— 002	— 8.93	— 8,93	10	+ 09
R	66	— 433	— 425	9	+ 34	— 9,23	— 9,32	8	— 11
J.....	73	— 521	— 487	9	— 25	— 9,47	— 9,47	7	— 21
W....	74	— 413	— 490	6	— 27	— 9,26	— 9,26	9	+ 01
C.....	77	— 467	— 460	8	+ 05	— 9.26	— 9,34	9	— 05
P.....	79	— 378	— 436	1	+ 29	— 8,77	— 8,95	1	+ 35
G.....	81	— 454	— 476	7	— 09	— 9,76	— 9,47	8	— 15
E.....	85	— 471	— 471	10	— 02	— 9,08	— 9,08	10	+ 27
T.....	93	— 455	— 455	6	+ 18	— 8,47	—[8,47]	5	″
O	98	— 427	— 477	4	— 02	— 8,88	— 9,42	5	+ 02
	1874	—0.24,463		±0,006		—6.39,27		±0,06	
		—0,051		±0,010		—0,72		±0,36	

Cat	ε.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.-C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C
					Wolf 196.				
J.....	73	— 498	— 464	9	+ 005	+ 5,07	+ 5,07	7	+ 11
W....	74	— 424	— 474	6	— 05	+ 4,57	+ 4,57	9	— 37
C.....	82	— 477	— 488	8	— 16	+ 5,25	+ 5,19	9	+ 47
E.....	85	— 461	— 461	10	+ 12	+ 4,54	+ 4,54	10	— 10
T.....	93	— 461	— 461	6	+ 15	+ 4,54	+ 4,54	5	+ 12
O....	98	— 445	— 495	4	— 18	+ 4,54	+ 4,00	5	— 29
	1883	—0.19,472				+10.14,70			
		— 0.035				—2,69			
					An. 14.				
K.....	40	— 805	— 805	10	— 005	— 2,21	— 2,21	10	+ 01
J.....	73	— 901	— 867	9	— 06	— 0,84	— 0,84	7	— 14
W....	74	— 632	— 792	6	+ 71	— 0,66	— 0,66	9	— 00
C.....	77	— 926	— 906	8	— 41	— 1,43	—[1,49]	9	"
G.....	81	— 854	— 876	7	— 00	— 0,44	— 0,15	8	+ 14
E.....	85	— 900	— 900	10	— 16	— 0,06	— 0,06	10	+ 9
T.....	93	— 863	— 863	6	+ 35	— 0,11	— 0,11	5	— 33
O....	98	— 889	— 839	4	— 31	— 9,03	— 9,57	5	— 02
	1875	—0.17,865		±0,013		—19.30,61		±0,06	
		—0,185		±0,074		—4,60		∓0,32	
					An. 15.				
K.....	40	— 502	— 502	10	— 006	+ 1,11	+ 1,11	10	— 17
R....	66	— 511	— 513	9	+ 10	+ 1,58	+ 1,53	8	+ 08
J.....	73	— 578	— 544	9	— 14	+ 1,74	+ 1,74	7	+ 25
W....	74	— 429	— 477	6	+ 54	+ 1,77	+ 1,77	9	+ 27
C.....	77	— 556	— 557	8	— 23	+ 1,70	+ 1,66	9	+ 14
P.....	79	— 360	—[376]	1	"	+ 2,23	+ 2,05	1	+ 53
G.....	81	— 551	— 573	7	— 35	+ 0,97	+ 1,26	8	— 29
E.....	85	— 542	— 542	10	— 00	+ 1,46	+ 1,46	10	— 11
T.....	93	— 526	— 526	6	+ 24	+ 1,41	+ 1,41	5	— 22
O....	98	— 527	— 577	4	— 21	+ 2,15	+ 1,61	5	— 05
	1874	—0.12,531		±0,009		+1.21,50		±0,07	
		—0,104		±0,053		+0,66		±0,44	
					An. 16.				
K.....	40	— 433	— 433	10	+ 003	— 8,46	— 8,46	10	+ 06
W....	74	— 377	— 526	6	— 24	— 8,40	— 8,40	9	— 34
G.....	81	— 476	— 498	7	+ 17	— 7,93	— 7,64	8	+ 32
	1862	+0.11,477				—17.18,20			
		—0,194				+1,35			

Cat.	t.	Δα 1872.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1872.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					Wolf 207.				
W....	74	s — 021	s — 133	6	s »	— 5",11	— 5",11	9	»
	1874	m s —0.11,13				—11'.35",1			
					An. 17.				
K.....	40	— 163	— 163	10	+ 005	— 7,11	— 7,11	10	— 13
R....	66	— 268	— 241	9	+ 18	— 5,95	— 5,99	8	+ 31
J.....	73	— 339	— 305	9	— 22	— 6,20	— 6,20	7	— 08
W....	74	— 119	— 297	6	— 10	— 6,07	— 6,07	9	+ 02
C.....	77	— 337	— 314	8	— 17	— 5,87	— 5,90	9	+ 11
P.....	79	— 127	— 336	1	— 31	— 6,17	— 6,35	1	— 39
G.....	81	— 292	— 314	7	— 02	— 6,22	— 5,93	8	— 02
E.....	85	— 341	— 341	10	— 16	— 5,83	— 5,83	10	— 03
T.....	93	— 294	— 294	6	+ 59	— 5,43	— 5,43	5	+ 16
O....	98	— 334	— 384	4	— 13	— 5,22	— 5,76	5	— 33
	1874	—0.10,287		±0,008		—22.46,09		±0,05	
		—0,350		±0,048		+2,62		±0,34	
					An. 18.				
K.....	40	— 763	— 763	10	+ 017	+ 0,51	+ 0,51	10	— 10
R....	66	— 781	— 783	9	+ 01	+ 0,66	+ 0,62	8	— 04
J.....	73	— 831	— 797	9	— 11	+ 1,02	+ 1,02	7	+ 31
W....	74	— 808	— 850	6	— 64	+ 0,74	+ 0,74	9	+ 06
C.....	77	— 783	— 785	8	+ 02	+ 0,89	+ 0,86	9	+ 17
P.....	79	— 784	— 797	1	— 10	+ 1,14	+ 0,96	1	+ 27
G.....	81	— 771	— 793	7	— 06	+ 0,18	+ 0,47	8	— 22
E.....	85	— 789	— 789	10	— 01	+ 0,65	+ 0,65	10	— 05
T.....	93	— 723	— 723	6	+ 67	+ 0,86	+ 0,86	5	+ 14
O....	98	— 757	— 807	4	— 16	+ 1,03	+ 0,49	5	— 24
	1874	— 0.9,786		±0,010		+2.0,68		±0,06	
		—0,019		±0,063		+0,21		±0,38	
					24 p.				
K.....	40	— 031	— 031	10	+ 009	+ 8,55	+ 8,55	10	+ 49
R....	66	— 042	— 043	9	+ 02	+ 8,93	+ 8,90	8	— 22
J.....	73	— 081	— 047	9	— 01	+ 8,98	+ 8,98	7	— 43
W....	74	— 073	— 103	6	— 57	+ 8,93	+ 8,93	9	— 52
C.....	77	— 045	— 046	8	+ 01	+ 8,87	+ 8,85	9	— 72
P.....	79	— 019	— 037	1	+ 09	+ 9,25	+ 9,07	1	— 59
G.....	81	— 010	— 032	7	+ 15	+ 7,98	+ [8,27]	8	"
E.....	85	— 043	— 043	10	+ 05	+ 0,68	+ 0,68	10	+ 78
T.....	93	— 029	— 029	6	+ 20	+ 0,58	+ 0,58	5	+ 35
O....	98	— 004	— 054	4	— 04	+ 1,41	+ 0,87	5	+ 34
	1874	—0.8.016		±0,066		+0.39,45		±0,20	
		—0,017		±0,041		+1,10		±1,22	

Cat.	t.	Δα 1872.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1872.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					AN. 19.				
K.....	40	— 221	— 221	10	— 010	7,06	— 7,06	10	+ 08
R....	66	— 198	— 177	9	+ 22	— 7,12	— 7,15	8	+ 17
J.....	73	— 232	— 198	9	— 03	— 7,73	— 7,73	7	— 36
W....	74	— 055	— 195	6	00	— 7,51	— 7,51	9	— 13
C.....	77	— 211	— 192	8	+ 02	— 7,37	— 7,39	9	+ 01
P.....	79	— 057	— 214	1	— 21	— 7,60	— 7,78	1	— 36
G.....	81	— 156	— 178	7	+ 14	— 7,72	— 7,43	8	00
E.....	85	— 197	— 197	10	— 07	— 7,50	— 7,50	10	— 04
T.....	93	— 197	— 197	6	— 11	— 7,25	— 7,25	5	+ 27
O....	98	— 139	— 189	4	— 05	— 6,89	— 7,45	5	+ 12
	1874		0.7,195		±0,004		—18.7,38		±0,06
			+0,046		±0,023		—0,72		±0,36
					AN. 20.				
K.....	40	— 394	— 394	10	— 008	+ 9,07	+ 9,07	10	+ 08
R.....	66	— 379	— 413	9	+ 03	+ 8,91	+ 8,89	8	— 18
J.....	73	— 442	— 408	9	+ 16	+ 9,11	+ 9,11	7	+ 01
W....	74	— 370	— 436	6	— 11	+ 9,14	+ 9,14	9	+ 04
C.....	77	— 387	— 417	8	+ 11	+ 9,08	+ 9,06	9	— 05
P.....	79	— 332	— 372	1	+ 55	+ 9,58	+ 9,40	1	— 26
G.....	81	— 422	— 444	7	— 11	+ 8,69	+ 8,98	8	— 14
E.....	85	— 439	— 439	10	— 01	+ 9,16	+ 9,16	10	+ 02
T.....	93	— 457	— 457	6	— 10	+ 9,45	+ 9,45	5	+ 29
O.....	98	— 415	— 465	4	— 12	+ 9,66	+ 9,12	5	— 06
	1874		— 0. 6,425		± 0,004		+ 28.59,10		± 0,04
			— 0,116		± 0,026		+ 0,32		± 0,26
					AN. 22.				
K.....	40	— 087	— 087	10	— 009	— 6,28	— 6,28	10	— 05
R.....	66	— 083	— 070	9	+ 15	— 6,02	— 6,03	8	+ 31
J.....	73	— 127	— 093	9	— 06	— 6,72	— 6,72	7	— 35
W....	74	— 972	— 069	6	+ 18	— 6,59	— 6,59	9	— 22
C.....	77	— 112	— 100	8	— 12	— 6,32	— 6,33	9	+ 05
P.....	79	— 964	— 058	1	+ 31	— 5,85	— 6,03	1	+ 36
G.....	81	— 061	— 083	7	+ 06	— 6,41	— 6,12	8	+ 28
E.....	85	— 089	— 089	10	+ 01	— 6,40	— 6,40	10	+ 02
T.....	93	— 096	— 096	6	— 04	— 6,46	— 6,46	5	— 01
O.....	98	— 063	— 113	4	— 20	— 6,10	— 6,64	5	— 17
	1874		— 0. 4,087		± 0,004		— 11.26,37		± 0,07
			— 0,027		± 0,026		— 0,42		± 0,45

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O—C.
					An. 21.				
K.....	40	— 911	— 911	10	— 002	+ 5,90	+ 5,90	10	— 08
R.....	66	— 930	— 969	9	— 16	+ 6,72	+ 6,71	8	— 02
J.....	73	— 991	— 957	9	+ 08	+ 7,02	+ 7,02	7	+ 09
W....	74	— 873	— 966	6	— 01	+ 6,83	+ 6,83	9	— 13
C.....	77	— 961	— 995	8	— 23	+ 7,33	+ 7,32	9	+ 27
P.....	79	— 793	—[859]	1	"	+ 6,19	+[6,01]	1	"
G.....	81	— 895	— 917	7	+ 62	+ 7,09	+ 7,38	8	+ 22
E.....	85	— 999	— 999	10	— 14	+ 7,22	+ 7,22	10	— 06
T.....	93	— 975	— 975	6	+ 24	+ 6,97	+ 6,97	5	— 54
O.....	98	— 016	— 066	4	— 58	+ 8,30	+ 7,76	5	— 11
	1874	— 0.m 3.s967		± 0,010		+ 33′. 6″,96		± 0,08	
		— 0,170		± 0,064		+ 2,89		± 0,47	
					An. 23.				
K.....	40	— 007	— 007	10	— 002	— 6,88	— 6,88	10	— 09
R	66	— 027	— 997	9	+ 07	— 6,63	— 6,63	8	+ 12
J.....	73	— 058	— 024	9	— 21	— 6,59	— 6,59	7	+ 14
W....	74	— 782	— 996	6	+ 13	— 6,86	— 6,86	9	— 13
C.....	77	— 031	— 005	8	— 02	— 6,62	— 6,62	9	+ 10
P.....	79	— 728	— 974	1	+ 31	— 6,54	— 6,72	1	+ 01
G.....	81	— 951	— 973	7	+ 30	— 7,00	— 6,71	8	+ 01
E.....	85	— 012	— 012	10	— 10	— 6,69	— 6,69	10	+ 02
T.....	93	— 013	— 013	6	— 11	— 6,67	— 6,67	5	+ 02
O.....	98	— 945	— 995	4	+ 06	— 6,37	— 6,91	5	— 23
	1874	— 0. 1.003		± 0,005		— 25.36,73		± 0,04	
		+ 0,007		± 0,032		+ 0,19		± 0,24	
					An. 24.				
K	40	— 143	— 143	10	— 007	+ 9,79	+ 9,79	10	+ 01
R.....	66	— 136	— 149	9	— 08	+ 9,39	+ 9,39	8	— 39
J.....	73	— 170	— 136	9	+ 06	+ 0,26	+ 0,26	7	+ 18
W....	74	— 102	— 123	6	+ 19	+ 9,76	+ 9,76	9	— 02
C.....	77	— 124	— 135	8	+ 08	+ 9,78	+ 9,78	9	00
P.....	79	— 174	— 168	1	— 26	+ 9,23	+ 9,05	1	— 73
G.....	81	— 098	— 120	7	+ 23	+ 9,70	+ 9,99	8	+ 21
E.....	85	— 155	— 155	10	— 11	+ 9,72	+ 9,72	10	— 06
T.....	93	— 156	— 156	6	— 11	+ 9,92	+ 9,92	5	+ 14
O.....	98	— 115	— 165	4	— 19	+ 0,06	+ 9,52	5	— 26
	1874	— 0. 0,142		± 0,005		+ 10.59,78		± 0,08	
		0,018		± 0,029		+ 0,01		± 0,52	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.–C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.–C.
				AN. 25.					
K.....	40	+ 879	+ 879	10	— 012	— 2,07	— 2,07	10	+ 05
J.....	73	+ 934	+ 968	9	+ 03	— 2,49	— 2,49	7	+ 07
W....	74	+ 198	+ 950	6	— 18	— 2,85	— 2,85	9	— 27
C.....	77	+ 992	+ 023	8	+ 48	— 2,85	— 2,82	9	— 20
G.....	81	+ 042	+ 020	7	+ 36	— 2,48	— 2,19	8	+ 48
E.....	85	+ 987	+ 987	10	— 06	— 2,85	— 2,85	10	— 12
T.....	93	+ 949	+ 949	6	— 62	— 2,64	— 2,64	5	+ 19
O.....	98	+ 076	+ 026	4	+ 04	— 2,44	— 2,98	5	— 08
	1875	+ 0.8,970		± 0,012		— 29.42,59		± 0,09	
			+ 0,225	± 0,072			— 1,35	± 0,55	
				WOLF 240.					
W....	74	+ 317	+ 233	6	"	— 0,40	— 0,40	9	"
	1874	+ 0.11,23				— 6.10,4			
				AN. 26.					
K.....	40	+ 933	+ 933	10	+ 009	— 2,05	— 2,05	10	+ 07
J.....	73	+ 788	+ 822	9	— 31	— 1,13	— 1,13	7	+ 20
W....	74	+ 037	+[740]	6	"	— 1,40	— 1,40	9	— 09
C.....	77	+ 828	+ 863	8	+ 19	— 1,69	— 1,64	9	— 41
G.....	81	+ 865	+ 843	7	+ 08	— 1,46	— 1,17	8	— 13
E.....	85	+ 813	+ 813	10	— 13	— 0,89	— 0,89	10	+ 15
T.....	93	+ 833	+ 833	6	+ 24	— 0,68	— 0,68	5	+ 17
	1873	+ 0.14,853		± 0,009		— 33.41,33		± 0,09	
			— 0,221	± 0,054			+ 2,39	± 0,57	
				WOLF 249.					
J.....	73	+ 855	+ 889	9	+ 003	— 5,79	— 5,79	7	+ 29
W....	74	+ 970	+ 868	6	— 16	— 5,99	— 5,99	9	+ 11
C.....	82	+ 871	+ 881	8	+ 05	— 6,94	— 6,86	9	— 58
O.....	98	+ 902	+ 852	4	— 07	— 5,78	— 6,32	5	+ 32
	1881	+ 0.23,877				— 9.46,26			
		— 0,11				— 2,3			
				WOLF 256.					
W....	74	+ 067	+ 685	6	"	— 6,03	— 6,03	9	"
	1874	+ 0.27,68				— 40, 6,0			
				WOLF 264.					
W....	74	+ 469	+ 407	6	+ 016	— 0,00	— 0,00	9	+ 22
C.....	81	+ 359	+ 359	8	— 15	— 0,43	— 0,33	9	— 30
O....	98	+ 392	+ 342	4	+ 08	— 8,88	— 9,42	5	+ 15
	1882	+0.30,371				—0.20,00			
			—0,24				2,7		

Cat.	t.	Δα 1872.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1872.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					Wolf 265.				
W....	74	+ 478	+ 352	6	"	— 4,54	— 4,54	9	"
	74	+0.32,35				—13.34,5			
					Jacoby 50.				
J.....	73	+ 162	+ 196	9	+ 003	+ 3,16	+ 3,16	7	− 02
G.....	81	+ 188	+ 166	7	00	+ 2,99	+ 3,28	8	00
E.....	85	+ 138	+ 138	10	— 14	+ 3,37	+ 3,37	10	+ 03
O.....	98	+ 166	+ 116	4	+ 08	+ 4,02	+ 3,48	5	− 01
	1883	+0.35,159				+53.3,32			
		—0,34				+1,3			
					Wolf 275.				
J.....	73	+ 864	+ 898	9	— 004	+ 8,72	+ 8,72	7	+ 26
W....	74	+ 938	+ 884	6	— 16	+ 8,48	+ 8,48	9	+ 02
C.....	82	+ 891	+ 889	8	+ 04	+ 8,24	+ 8,35	9	− 11
G.....	81	+ 956	+ 934	7	+ 47	+ 7,89	+ 8,18	8	− 31
E.....	85	+ 860	+ 860	10	— 19	+ 8,61	+ 8,61	10	− 10
T.....	93	+ 841	+ 841	6	— 23	+ 8,55	+ 8,55	5	00
O.....	98	+ 925	+ 875	4	+ 22	+ 9,27	+ 8,73	5	+ 16
	1882	+0.37,884		±0,010		+2.18,50		±0,08	
		—0,187		±0,134		+0,47		±1,00	
					An. 27.				
K....	40	+ 707	+ 707	10	— 11	+ 4,30	+ 4,30	10	− 20
R.....	66	+ 718	+ 703	9	— 19	+ 4,71	+ 4,87	8	+ 23
J.....	73	+ 708	+ 742	9	+ 18	+ 5,04	+ 5,04	7	+ 36
W....	74	+ 779	+ 743	6	+ 19	+ 4,75	+ 4,75	9	+ 06
C.....	77	+ 759	+ 746	8	+ 21	+ 4,48	+ 4,62	9	− 09
P.....	79	+ 710	+ 716	1	— 08	+ 4,55	+ 4,37	1	− 35
G.....	81	+ 788	+ 766	7	+ 41	+ 4,61	+ 4,90	8	+ 07
E.....	85	+ 711	+ 711	10	— 15	+ 4,57	+ 4,57	10	− 18
T.....	93	+ 710	+ 710	6	— 18	+ 4,65	+ 4,65	5	− 15
O.....	98	+ 740	+ 690	4	— 31	+ 5,20	+ 4,66	5	− 17
	1874	+0.43,724		±0,007		+12.54,69		±0,07	
		+0,019		±0,046		+0,57		±0,42	
					Wolf 286.				
W....	74	+ 674	+ 554	6	"	— 5,78	— 5,78	9	"
C.....	81	+ 577	+ 590	8	"	— 7,38	— 7,22	9	"
O....	98	+ 534	+ 484	4	"	— 5,07	— 5,61	5	"
	1882	—0.48,55 :				—12.46,3 :			

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα sd.	p.	O.–C.	Δδ 1873.	Δδ sd.	p.	O.–C.
					An. 28.				
		s	s		s	"	"		"
K....	40	+ 577	+ 577	10	+ 009	— 3,71	— 3,71	10	+ 03
J.....	73	+ 531	+ 565	9	— 21	— 3,60	— 3,60	7	+ 08
W....	74	+ 778	+[412]	6	"	— 4,49	—[4,49]	9	"
C.....	77	+ 554	+ 596	8	+ 08	— 3,92	— 3,75	9	— 07
G....	81	+ 608	+ 586	7	— 04	— 4,27	— 3,98	8	— 31
E.....	85	+ 577	+ 577	10	— 15	— 3,57	— 3,57	10	+ 09
A.....	90	+ 585	+ 585	9	— 10	— 3,49	— 3,49	9	+ 16
T.....	93	+ 648	+ 648	6	+ 52	— 3,68	— 3,68	5	— 03
	1875	+0m.53s,587		±0,009		—40′.53″,68		±0,06	
		+0,053		±0,053		+0,18		±0,37	
					Wolf 296.				
W....	74	+ 139	+ 067	6	— 008	— 5,61	— 5,61	9	+ 19
C.....	81	+ 080	+ 083	8	+ 8	— 6,16	— 5,98	9	— 28
O.....	98	+ 120	+ 070	4	— 5	— 4,74	— 5,28	5	+ 15
	1882	+0.57,075				—3.15,68			
		0,00				+1,6			
					An. 29.				
K.....	40	+ 138	+ 138	10	+ 004	+ 4,39	+ 4,39	10	— 15
R.....	66	+ 127	+ 110	9	— 22	+ 4,39	+ 4,61	8	+ 04
J.....	73	+ 112	+ 146	9	+ 15	+ 4,78	+ 4,78	7	+ 20
W....	74	+ 156	+ 133	6	+ 02	+ 4,62	+ 4,62	9	+ 04
C.....	77	+ 137	+ 122	8	— 09	+ 4,47	+ 4,67	9	+ 09
P.....	79	+ 065	+ 071	1	— 61	+ 5,02	+ 4,84	1	+ 25
G.....	81	+ 166	+ 144	7	+ 14	+ 4,74	+ 5,03	8	+ 44
E....	85	+ 132	+ 132	10	+ 02	+ 4,32	+ 4,32	10	— 27
T.....	93	+ 145	+ 145	6	+ 16	+ 4,28	+ 4,28	5	— 32
O....	98	+ 155	+ 105	4	— 24	+ 5,03	+ 4,49	5	— 12
	1874	+1.0,131		±0,005		+14.31,58		±0,08	
		— 0,009		±0,034		+ 0,12		±0,49	
					Wolf 307.				
J.....	73	+ 296	+ 330	9	— 003	+ 4,04	+ 4,04	7	+ 14
C.....	81	+ 338	+ 333	8	+ 22	+ 3,41	+ 3,62	9	— 20
G.....	81	+ 323	+ 301	7	— 13	+ 3,66	+ 3,95	8	+ 12
E.....	85	+ 293	+ 293	10	— 11	+ 3,66	+ 3,66	10	— 13
T.....	93	+ 294	+ 294	6	+ 09	+ 3,80	+ 3,80	5	+ 08
O.....	98	+ 313	+ 263	4	— 10	+ 4,33	+ 3,79	5	+ 11
	1884	+1.5,307		±0,007		+4.43,80		±0,07	
		—0.239		±0,085		—0,89		±0,96	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					JACOBY 56.				
J.....	73	s + 993	s + 027	9	s //	″ — 1,21	″ — 1,21	7	″ //
G.....	81	+ 105	+ 083	7	//	— 1,41	— 1,12	8	//
	1877	m s +1.17,05				—50′.31″,2			
					WOLF 327.				
W....	74	+ 646	+ 332	6	//	— 9,81	— 9,81	9	//
	1874	+ 1.18,33				—34.39,8			
					WOLF 326.				
O.....	98	+ 785	+ 735	4	//	+ 7,16	+ 6,62	5	//
	1898	+1.18,74				+31.56,6			
					26 *s*.				
K....	40	+ 005	+ 005	10	— 001	— 6,96	— 6,96	10	+ 19
R....	66	+ 026	+ 043	9	— 03	— 7,85	— 7,53	8	— 09
J.....	73	+ 025	+ 059	9	+ 03	— 7,75	— 7,75	7	— 23
W....	74	+ 169	+ 061	6	+ 03	— 7,73	— 7,73	9	— 20
C.....	77	+ 043	+ 058	8	— 05	— 7,88	— 7,59	9	— 03
P.....	79	+ 142	+ 020	1	— 45	— 6,45	—[6,63]	1	//
G....	81	+ 107	+ 085	7	+ 16	— 7,79	— 7,50	8	+ 11
E....	85	+ 075	+ 075	10	00	— 7,79	— 7,79	10	— 14
A....	90	+ 092	+ 092	9	+ 10	— 7,72	— 7,72	9	— 01
T.....	93	+ 068	+ 068	6	— 19	— 7,39	— 7,39	5	+ 35
O....	98	+ 144	+ 094	4	— 01	— 6,97	— 7,51	5	+ 29
	1876	+1.28,061			±0,003	—14.37,55			±0,06
		+ 0,153			±0,020	—1,12			±0,39
					22,567 BD.				
G.....	81	+ 073	+ 051	7	//	— 5,85	— 5,56	8	//
	1881	+1.34,05				—50.5,6			
					27 *f* ATLAS.				
K....	40	+ 517	+ 517	10	+ 001	— 0,46	— 0,46	10	+ 10
R....	66	+ 503	+ 506	9	— 07	— 1,16	— 0,79	8	— 18
J.....	73	+ 513	+ 547	9	+ 35	— 0,85	— 0,85	7	— 23
W....	74	+ 531	+ 512	6	00	— 0,61	— 0,61	9	+ 01
C.....	77	+ 469	+ 472	8	— 40	— 0,87	— 0,54	9	+ 09
P....	79	+ 489	+ 454	1	— 58	— 0,56	— 0,74	1	— 11
G....	81	+ 537	+ 515	7	+ 03	— 0,96	— 0,67	8	— 03
E....	85	+ 511	+ 511	10	00	— 0,69	— 0,69	10	— 04
B.....	87	+ 513	+ 513	10	+ 02	— 0,62	— 0,62	10	+ 03

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
		s	s		s	″	″		″
A.....	90	+ 515	+ 518	9	+ 05	— 0,62	— 0,62	9	+ 03
T.....	93	+ 529	+ 529	6	+ 19	— 0,77	— 0,77	5	— 11
O....	98	+ 527	+ 487	4	— 22	— 9,84	— 0,38	5	+ 29
	1877	+1.40,512		±0,006		—2.50,63		±0.04	
		—0,012		±0,038		—0,19		±0,24	

28 h. PLEIONE.

K....	40	+ 727	+ 727	10	— 003	+ 9,71	+ 9,71	10	+ 16
R....	66	+ 730	+ 727	9	00	+ 9,09	+ 9,46	8	— 21
J.....	73	+ 710	+ 744	9	+ 18	+ 9,57	+ 9,57	7	— 13
W....	74	+ 740	+ 727	6	+ 01	+ 9,69	+ 9,69	9	— 01
C.....	77	+ 709	+ 707	8	— 19	+ 9,17	+ 9,50	9	— 21
P.....	79	+ 679	+ 667	1	— 60	+ 0,39	+ 0,21	1	+ 49
G.....	81	+ 773	+ 751	7	+ 26	+ 9,54	+ 9,83	8	+ 10
E.....	85	+ 719	+ 719	10	— 06	+ 9,74	+ 9,74	10	— 01
A....	90	+ 730	+ 730	9	+ 06	+ 9,74	+ 9,74	9	— 03
T.....	93	+ 707	+ 707	6	— 17	+ 0,20	+ 0,20	5	+ 42
O....	98	+ 778	+ 728	4	+ 04	+ 0,39	+ 9,85	5	+ 04
	1876	+1.41,726		±0,005		+2.9,71		±0,06	
		—0,011		±0,030		+0,44		±0,36	

AN. 30.

K....	40	+ 450	+ 450	10	— 004	— 9,64	— 9,64	10	+ 13
R....	66	+ 426	+ 441	9	— 02	— 0,28	— 9,90	8	— 02
J.....	73	+ 399	+ 433	9	— 07	— 0,09	— 0,09	7	— 17
W....	74	+ 579	+ 471	6	+ 31	— 0,14	— 0,14	9	— 22
C.....	77	+ 425	+ 438	8	— 01	— 0,35	— 0,01	9	— 08
P.....	79	+ 608	+ 502	1	+ 65	— 0,79	—[0,97]	1	″
G.....	81	+ 455	+ 433	7	— 004	— 0,05	— 9,76	8	+ 19
E.....	85	+ 433	+ 433	10	— 02	— 0,07	— 0,07	10	— 10
T.....	93	+ 445	+ 445	6	+ 13	— 9,73	— 9,73	5	+ 28
O.....	98	+ 450	+ 400	4	— 30	— 9,35	— 9,89	5	+ 14
	1874	+1.43,440		±0,005		—12.49,92		±0,06	
		—0,041		±0,033		—0,45		±0,37	

WOLF 362.

J.....	73	+ 197	+ 231	9	″	— 0,73	— 0,73	7	″
G.....	81	+ 226	+ 204	7	″	— 1,15	— 0,46	8	″
	1877	+1.45.22				—41.40,6			

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C
					AN. 31.				
K	40	+ 555	+ 555	10	+ 002	+ 3,68	+ 3,68	10	+ 05
R	66	+ 562	+ 541	9	00	+ 3,39	+ 3,78	8	— 15
J.....	73	+ 511	+ 545	9	+ 08	+ 3,97	+ 3,97	7	— 04
W....	74	+ 570	+ 532	6	— 05	+ 2,83	+ [2,83]	9	"
C.....	77	+ 541	+ 523	8	— 13	+ 3,72	+ 4,07	9	+ 02
P	79	+ 575	+ 577	1	+ 41	+ 3,63	+ 3,45	1	— 62
G	81	+ 571	+ 549	7	+ 15	+ 3,96	+ 4,25	8	+ 15
E	85	+ 517	+ 517	10	— 15	+ 4,06	+ 4,06	10	— 08
A	90	+ 525	+ 525	9	— 04	+ 4,34	+ 4,34	9	+ 14
T	93	+ 507	+ 507	6	— 21	+ 4,27	+ 4,27	5	+ 04
O	98	+ 626	+ 576	4	+ 50	+ 4,72	+ 4,18	5	— 11
	1876	+1m.46s,536		±0,005		+17′.44″,04		±0,05	
		—0,047		±0,033		+1,14		±0,27	
					AN. 32.				
K	40	+ 529	+ 529	10	+ 010	+ 0,26	+ 0,26	10	+ 11
R	66	+ 528	+ 508	9	— 07	+ 9,72	+ 0,13	8	— 10
J.....	73	+ 506	+ 540	9	+ 26	+ 0,17	+ 0,17	7	— 08
W....	74	+ 512	+ 486	6	— 28	+ 0,30	+ 0,30	9	+ 05
C.....	17	+ 524	+ 507	8	— 07	+ 9,72	+ 0,08	9	— 18
P	79	+ 481	+ 484	1	— 29	+ 0,12	+ 9,94	1	— 32
G	81	+ 512	+ 490	7	— 23	+ 0,07	+ 0,36	8	+ 09
E	85	+ 507	+ 507	10	— 05	+ 0,19	+ 0,19	10	— 09
T.....	93	+ 508	+ 508	6	— 03	+ 0,36	+ 0,36	5	+ 05
O	98	+ 616	+ 566	4	+ 56	+ 1,16	+ 0,62	5	+ 30
	1874	+1.51,514		±0,007		+16.50,25		±0,05	
		—0,016		±0,045		+0,29		±0,29	
					AN. 33.				
K	40	+ 135	+ 135	10	+ 003	+ 0,95	+ 0,95	10	— 01
R	66	+ 120	+ 110	9	— 08	+ 0,68	+ 1,11	8	+ 01
J.....	73	+ 089	+ 123	9	+ 08	+ 1,15	+ 1,15	7	+ 02
W....	74	+ 144	+ 110	6	— 04	+ 1,13	+ 1,13	9	— 01
C.....	77	+ 107	+ 098	8	— 14	+ 0,79	+ 1,17	9	+ 01
P.....	79	+ 149	+ 153	1	+ 41	+ 0,87	+ 0,69	1	— 48
G.....	81	+ 147	+ 125	7	+ 15	+ 0,98	+ 1,27	8	+ 09
E	85	+ 107	+ 107	10	— 01	+ 1,16	+ 1,16	10	— 04
T.....	93	+ 076	+ 076	6	— 28	+ 1,43	+ 1,43	5	+ 19
O	98	+ 187	+ 137	4	+ 35	+ 1,65	+ 1,11	5	— 16
	1874	+1.56,114		±0,005		+8.51,14		±0,03	
		—0,52		±0,033		+0,53		±0,21	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
				Elkin 61.					
E.....	85	+ 522	+ 522	10	"	— 6,72	— 6,72	10	"
T.....	93	+ 555	+ 555	6	"	— 6,39	— 6,39	5	"
	1888		+2.2,53				—28.16,6		
				Wolf 388.					
J.....	73	+ 341	+ 375	9	"	— 9,31	— 9,31	7	"
G.....	81	+ 427	+ 427	7	"	— 0,30	— 0,30	8	"
	1877		+2.5,39				—43.9,7		
				Wolf 400.					
W....	74	+ 542	+ 465	6	"	— 8,60	— 8,60	9	"
O.....	98	+ 420	+ 370	4	"	— 7,30	— 7,84	5	"
	1883		+2.11,43				—3.48,3		
				Wolf 403.					
J.....	73	+ 621	+ 655	9	"	— 8,21	— 8,21	7	"
G.....	81	+ 768	+ 746	7	"	— 9,18	— 8,89	8	"
	1877		+2.13,70				—15.28,6		
				An. 34.					
K.....	40	+ 181	+ 181	10	— 008	— 4.84	— 4,84	10	+ 11
R.....	66	+ 192	+ 219	9	+ 14	— 5,55	— 5,07	8	— 13
J.....	73	+ 167	+ 201	9	— 08	— 5,06	— 5,06	7	— 12
W....	74	+ 407	+ 232	6	+ 22	— 4,96	— 4,96	9	— 02
C.....	77	+ 179	+ 203	8	— 09	— 5,24	— 4,80	9	+ 14
P.....	79	+ 328	+[111]	1	"	— 4,77	— 4,95	1	— 01
G.....	81	+ 241	+ 219	7	+ 05	— 5,57	— 5,28	8	— 34
E.....	85	+ 213	+ 213	10	— 03	— 4,89	— 4,89	10	+ 05
T.....	93	+ 239	+ 239	6	+ 18	— 4,71	— 4,71	5	+ 22
O.....	98	+ 240	+ 190	4	— 35	— 4,25	— 4,79	5	+ 14
	1874	+2.15,210		±0,005		—23.14,94		±0,06	
		+0,061		±0,033		+0,03		±0,36	
				An. 35.					
K.....	40	+ 293	+ 293	10	+ 004	+ 0,00	+ 0,00	10	— 10
W....	74	+ 240	+ 195	6	— 33	+ 1,80	+ 1,80	9	+ 16
G.....	81	+ 247	+ 225	7	+ 10	+ 1,93	+ 2,22	8	+ 26
E.....	85	+ 205	+ 205	10	— 03	+ 2,23	+ 2,23	10	+ 08
T.....	93	+ 234	+ 234	6	+ 40	+ 2,00	+ 2,00	5	— 51
O.....	98	+ 201	+ 151	4	— 34	+ 3,17	+ 2,63	5	— 11
	1875	+2.16,226		±0,011		+8.41,69		±0,12	
		—0,180		±0,056		+4,55		±0,57	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O—C.
					AN. 36.				
K.....	40	+ 060	+ 060	10	— 002	+ 4",07	+ 4",07	10	— 08
J.....	73	+ 955	+ 989	9	— 08	+ 5,48	+ 5,48	7	+ 28
W....	74	+ 017	+ 972	6	— 23	+ 5,37	+ 5,37	9	+ 13
C.....	77	+ 038	+ 031	8	+ 42	+ 5,14	+ 5,61	9	+ 28
P.....	79	+ 939	+ 940	1	— 45	+ 6,11	+ 5,93	1	+ 53
G.....	81	+ 047	+ 025	7	+ 44	+ 4,95	+ 5,24	8	— 22
E.....	85	+ 933	+ 933	10	— 40	+ 5,26	+ 5,26	10	— 03
T....	93	+ 929	+ 929	6	— 29	+ 4,48	+ [4,48]	5	"
O.....	98	+ 042	+ 992	4	+ 44	+ 6,52	+ 5,98	5	— 02
	1875	+2.24",993		±0,012		+7'.5",27		±0,08	
		—0,196		±0,071		+3,20		±0,48	
					AN. 37.				
K.....	40	+ 372	+ 372	10	+ 014	+ 9,89	+ 9,89	10	+ 01
R.....	66	+ 362	+ 344	9	— 09	+ 9,53	+ 0,07	8	— 13
J.....	73	+ 321	+ 355	9	+ 03	+ 0,33	+ 0,33	7	+ 04
W....	74	+ 371	+ 336	6	— 16	+ 0,28	+ 0,28	9	— 02
C.....	77	+ 341	+ 326	8	— 25	+ 0,02	+ 0,50	9	+ 16
P.....	79	+ 333	+ 338	1	— 13	+ 0,26	+ 0,08	1	— 28
G.....	81	+ 371	+ 349	7	— 02	+ 0,15	+ 0,44	8	+ 05
E.....	85	+ 349	+ 349	10	— 01	+ 0,39	+ 0,39	10	— 05
T.....	93	+ 362	+ 362	6	+ 13	+ 0,56	+ 0,56	5	+ 03
O	98	+ 434	+ 384	4	+ 36	+ 1,06	+ 0,52	5	— 08
	1874	+2.26,352		±0,005		+15.0,30		±0,03	
		—0,018		±0,033		+1,23		±0,19	
					WOLF 420.				
J.....	73	+ 187	+ 221	9	+ 005	— 7,29	— 7,29	7	+ 72
W....	74	+ 236	+ 140	6	— 73	— 7,85	— 7,85	9	+ 12
C.....	81	+ 250	+ 259	8	+ 62	— 9,14	— 8,66	9	— 99
O.....	98	+ 165	+ 115	4	— 41	— 5,82	— 6,36	5	+57
	1880	+2.28,199 :				—8.47,71 :			
		—0,24 :				+1,3 :			
					AN. 38.				
K.....	40	+ 302	+ 302	10	+ 019	— 0,13	— 0,13	10	+ 06
R.....	66	+ 245	+ 263	9	— 16	— 0,83	— 0,88	8	— 13
J.....	73	+ 244	+ 278	9	00	— 0,26	— 0,26	7	— 12
W....	74	+ 391	+ 277	6	— 01	— 0,09	— 0,09	9	+ 05
C.....	77	+ 258	+ 273	8	— 05	— 0,38	— 9,90	9	+ 24
P.....	79	+ 351	+ 225	1	— 52	— 0,10	— 0,28	1	— 15
G.....	81	+ 214	+ 292	7	+ 15	— 0,74	— 0,45	8	— 32

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
		s	s		s	″	″		″
E.....	85	+ 268	+ 268	10	— 08	— 0,16	— 0,16	10	— 04
T.....	93	+ 289	+ 289	6	+ 14	— 0,17	— 0,17	5	— 06
O.....	98	+ 279	+ 229	4	— 46	— 9,31	— 9,85	5	+ 25
	1874	+2.29,278		±0,006		—15.0,14		±0,06	
			- 0,014	±0,038			+0,16	±0,37	
					Wolf 436.				
J.....	73	+ 563	+ 597	9	— 006	+ 2,69	+ 2,69	7	— 28
G.....	81	+ 636	+ 614	7	+ 21	+ 3,30	+ 3,59	8	+ 29
E.....	85	+ 575	+ 575	10	— 12	+ 3,41	+ 3,41	10	— 05
O.....	98	+ 619	+ 569	4	— 01	+ 4,35	+ 3,81	5	+ 17
	1883		+2.44,590				+31.3,36		
			- 0,133				+4,09		
					An. 39.				
K.....	40	+ 223	+ 223	10	— 003	— 0,00	+ 0,00	10	+ 11
J.....	73	+ 227	+ 261	9	+ 06	+ 9,49	+ 9,49	7	— 54
W....	74	+ 318	+ 266	6	+ 10	+ 0,09	+ 0,09	9	+ 06
C.....	77	+ 270	+ 245	8	— 14	+ 9,64	+ 0,22	9	+ 17
G.....	81	+ 303	+ 281	7	+ 19	+ 9,73	+ 0,02	8	— 04
E.....	85	+ 254	+ 254	10	— 12	+ 9,94	+ 9,94	10	— 14
O.....	98	+ 325	+ 275	4	— 02	+ 1,08	+ 0,54	5	+ 40
	1873	+2.57.255		±0,005		+23.50,03		±0,11	
			+0,089	±0,029			+0,43	±0,66	
					Wolf 464.				
W....	74	+ 227	+ 123	6	″	— 0,12	— 0,12	9	″
O.....	98	+ 901	[+ 851]	4	″	— 9,41	—[9,95]	5	″
	1874		+3.11,12				—9.50,1		
					An. 40.				
K.....	40	+ 132	+ 132	10	— 013	— 6,08	— 6,08	10	+ 08
J.....	73	+ 103	+ 137	9	— 14	— 6,05	— 6,05	7	— 21
W....	74	+ 242	+ 172	6	+ 21	— 5,70	— 5,70	9	+ 13
C.....	77	+ 175	+ 183	8	+ 31	— 6,29	— 5,63	9	+ 17
G.....	81	+ 206	+ 184	7	+ 31	— 6,21	— 5,92	8	— 16
E.....	85	+ 140	+ 140	10	— 14	— 5,83	— 5,83	10	— 11
B.....	87	+ 153	+ 153	10	— 01	— 6,06	— 6,06	10	— 36
A.....	90	+ 161	+ 161	9	+ 06	— 5,58	— 5,58	9	+ 09
O.....	98	+ 144	+ 094	4	— 62	— 4,43	— 4,97	5	+ 63
	1877	+3.23,152		±0,009		—8 5,80		±0,09	
			+0,020	±0,054			+0,97	±0,57	

Cat.	t.	Δα 1873.	Δα ad.	p.	O.—C.	Δδ 1873.	Δδ ad.	p.	O.—C.
					Wolf 483.				
W....	74	+ 893s	+ 781s	6	s ″	— 2″,08	— 2″,08	9	″ ″
	1874		+3m.32s,78				—11′.32″,1		
					Wolf 487.				
G.....	81	+ 270	+ 248	7	″	— 7,88	— 7,59	8	″
	1881		+3.35,25				—40.7,6		
					Wolf 503.				
J.....	73	+ 131	+ 165	9	″	+ 5,14	+ 5,14	7	″
G.....	81	+ 229	+ 207	7	″	+ 5,07	+ 5,36	8	″
	1877		+3.56,183				+25.25,26		

CHAPITRE III.

CATALOGUE.

Les résultats de notre discussion ont été réunis dans les Tableaux (p. 81 et suiv.), au sujet desquels voici quelques explications :

31. Grandeurs adoptées. — Comme nous n'avons pas cru devoir entreprendre une discussion d'ensemble des diverses mesures concernant l'éclat des étoiles des Pléiades, nous rappellerons en passant que les plus importantes (1) sont celles de MM. Wolf, Pritchard, Pickering, Lindemann, Müller et Kempf et les listes contenues dans les catalogues de Bonn (BD), de Potsdam (PD) et de Berlin (AG).

Pour les applications ultérieures que nous nous proposons de faire du présent catalogue, nous avons cherché à obtenir un système de grandeurs homogène. Les mesures d'éclat qui nous ont paru les plus recommandables à cet égard sont celles de MM. Müller et Kempf à Potsdam (2), parce que, tout en comportant une grande précision (erreur moyenne $\pm 0^{g},02$ à $\pm 0^{g},04$), elles comprennent le plus grand nombre des étoiles de notre catalogue : ces mesures sont d'ailleurs les plus modernes. Elles ont été obtenues au moyen d'un photomètre de

(1) Le présent Mémoire était en cours d'impression lorsque M. Gaultier a publié des mesures tout récemment exécutées à l'Observatoire d'Alger : E.-Ch. Gaultier, *Catalogue annuel de grandeurs photographiques de 300 étoiles des Pléiades* (*Bulletin de la Société astronomique de France*, octobre 1900).

(2) Müller et Kempf, *Bestimmung der Helligkeit von 96 Plejadensternen* (*Astron. Nachr.*, n° 3387-88).

Zöllner, et répétées par les deux observateurs à trois lunettes ayant 67^{mm}, 135^{mm} et 207^{mm} d'ouverture. De faibles écarts systématiques relatifs aux diverses conditions d'observation ont été soigneusement recherchés et éliminés.

Nous avons donc adopté les grandeurs de Müller et Kempf, sauf pour 25 étoiles ne figurant pas dans leurs mesures et pour lesquelles on a procédé comme suit :

Les grandeurs de ces étoiles ne se trouvant que dans les catalogues de Wolf, de la BD et de l'A. G., nous avons, pour l'homogénéité de notre travail, ramené ces grandeurs au système de Potsdam (P) en appliquant des corrections tirées de la comparaison par grandeur des diverses mesures entre elles. Dans le Mémoire cité précédemment on trouvera les comparaisons P-BD, P-W; et voici la comparaison P-AG que nous avons faite.

Gr. AG.	N d*.	P — AG.
g		g
5,37.....	15	—0,02
7,56.....	16	—0,09
8,39.....	15	+0,05
8,81.....	16	+0,66

Les données qui nous ont servi à calculer les grandeurs des étoiles en question sont les suivantes :

*.	AG + corr.	BD + corr.	W + corr.	Gr. adoptée.
W. 11.....	8,3 + 0,21	8,3 + 0,08	8,5 — 0,22	8,4
W. 12.....	8,1 + 0,13	8,4 + 0,13	8,5 — 0,22	8,3
W. 20.....	8,5 + 0,34	8,0 — 0,08	8,5 — 0,22	8,3
W. 22.....	" "	" "	9,5 + 0,63	10,1
W. 23.....	9,2 + 1,08	9,3 + 0,94	10,0 + 1,24	10,6
W. 40.....	8,7 + 0,52	8,9 + 0,54	9,0 + 0,14	9,3
J. 8.....	8,8 + 0,61	8,9 + 0,54	" "	9,4
W. 84.....	8,8 + 0,61	8,9 + 0,54	9,0 + 0,14	9,3
W. 86.....	" "	" "	9,5 + 0,63	10,1
J. 14.....	8,5 + 0,34	8,4 + 0,13	" "	8,7
W. 106.....	" "	9,2 + 0,82	9,0 + 0,14	9,6
J. 21.....	7,0 0,00	8,0 — 0,08	" "	7,5
W. 158.....	" "	" "	9,6 + 0,78	10,4
W. 265.....	" "	" "	9,75 + 0,90	10,6
J. 50.....	7,1 0,00	7,0 — 0,38	" "	6,9
J. 56.....	8,5 + 0,34	8,5 + 0,22	" "	8,8
W. 326.....	" "	" "	10,0 + 1,24	11,2

*.	AG + corr.	BD + corr.	W + corr.	Gr. adoptée.
22. 567 BD....	8,9 + 0,73	9,0 + 0,63	" "	9,6
W. 400.....	" "		9,75 + 0,90	10,6
W. 403	8,5 + 0,34	8,4 + 0,13	9,0 + 0,14	8,8
A. 38.....	6,8 0,00	7,5 + 0,27	7,75 + 0,44	7,1
W. 464.....	" "		9,75 + 0,90	10,6
W. 483.....	" "	9,5 + 1,14	9,6 + 0,78	10,5
W. 487.....	9,0 + 0,85	9,0 + 0,63	9,5 + 0,63	9,9
W. 503.....	8,8 + 0,61	8,9 + 0,54	9,5 + 0,63	9,7

Nous remarquerons que le système de grandeurs ainsi adopté satisfait à la formule de Pogson.

La seule étoile que l'on n'ait pu faire entrer dans ce système est 61 Elkin, dont la grandeur n'a été publiée nulle part ailleurs. Pour cette étoile la grandeur donnée par Elkin a été adoptée; mais on l'a inscrite entre crochets dans notre catalogue.

32. **Positions différentielles.** — Les positions relatives que nous donnons plus loin sont réduites à 1873.0 au moyen des mouvements propres relatifs correspondants. *Dans les cas où ces mouvements n'ont pu être déterminés, les positions données correspondent à l'époque moyenne des observations dont la date a été inscrite d'ailleurs pour chaque étoile.*

33. **Précession. Variation séculaire.** — Au moyen des positions ainsi obtenues, nous avons calculé de nouveau les valeurs de la précession relative Δp, au moyen des formules suivantes appropriées à l'emploi de l'arithmomètre, et dont les coefficients reposent sur la seule constante $\log n''(1873) = 1,302210$ (Struve) et la position adoptée plus loin de l'étoile origine Alcyone :

$$\Delta p_{(s)} = 10^{-8}.\ 2450\,\Delta\alpha_{(s)} + 10^{-7}.3800\,\Delta\delta_{(s)} - 10^{-8}.458\,\Delta\alpha^2_{(m)}$$
$$+ 10^{-10}.\ 485\,\Delta\delta^2_{(s)} + 10^{-8}.\ 116\,\Delta\alpha_{(m)}\Delta\delta_{(s)}, \text{ en asc. droite,}$$
$$\Delta p_{(\delta)} = -10^{-7}.11944\,\Delta\alpha_{(s)} - 10^{-7}.1095\,\Delta\alpha^2_{(m)}, \text{ en déclin.}$$

Les valeurs de la variation séculaire relative Δc ont été éga-

lement calculées [1] par les formules

$$\Delta\nu = -10^{-5}.112\,\Delta\alpha_{(m)} + 10^{-6}.145\,\Delta\delta_{(l)}, \text{ en asc. dr.},$$

$$\Delta\nu = -10^{-5}.150\,\Delta\alpha_{(m)} - 10^{-6}.\ 45\,\Delta\delta_{(l)}, \text{ en déclin.}$$

Ces données permettent de réduire nos positions différentielles à un autre équinoxe t. En ascension droite on a, par exemple,

$$\Delta\alpha_t = \Delta\alpha_{1873} + \left(\Delta p + \frac{\mu}{100}\right)(t - t_0) + \frac{\Delta\nu}{200}(t - t_0)^2.$$

Le troisième terme de la précession constant pour tout le groupe disparaît naturellement de cette réduction.

Remarque. — Nous avons adopté comme nom de chaque étoile son appellation la plus ancienne : les An. se rapportent à Bessel, les W. à Wolf, les J. à Jacoby et les E. à Elkin.

Enfin, on a inscrit dans la dernière colonne des Tableaux suivants le nombre des systèmes distincts de mesures sur lesquels reposent la position et le mouvement de chaque étoile.

---

[1] Nous employons suffisamment de figures pour que l'on ne craigne pas une erreur supérieure à $0'',01$ par siècle.

CATALOGUE DIFFÉRENTIEL DE 103 ÉTOILES DES PLÉIADES.

Étoile.	Gr.	Ép. moy.	Δα.	Δp.	Δν.	μ.	Δδ.	Δp.	Δν	ν.	N. de Cat.
			m s	s	s	s	″	″	″	″	
				0,	0,			0,	0,		
W. 11.....	8,4*	1880	—3.45,860	+00027	+00043	—0,34	+15.36,00	+2685	+0047	—3,7	3
W. 12.....	8,3*	77	—3.45,49	— 1604	+ 01	»	—27.55,9	+2681	+ 67	″	2
W. 20.....	8,3*	80	—3.29,432	+ 484	+ 52	—0,21	+26,35,21	+2489	+ 39	—3,7	3
W. 22.....	10,1*	74	—3.28,93	— 444	+ 28	″	+ 1.57,4	+2483	+ 50	″	1
W. 23.....	10,6*	81	—3.28,92	— 569	+ 13	″	—13.52,4	+2483	+ 57	″	1
W. 39.....	10,7	74	—3.13,75	— 506	+ 24	″	— 0.41,8	+2303	+ 47	»	1
W. 40.....	9,3*	81	—3.10,31	+ 1256	+ 68	″	+45.37,6	+2262	+ 26	″	1
W. 47.....	9,3	83	—3. 5,020	— 412	+ 24	—0,028	+ 1.10,87	+2200	+ 44	—1,70	6
W. 51.....	8,4	80	—3. 3,619	+ 184	+ 39	—0,20	+16.55,43	+2183	+ 37	—5,3	3
16*g* Cœleno.....	5,8	77	—2.40,888	+ 5	+ 30	+0,002	+10.39,18	+1914	+ 34	+0,40	12
W. 65.....	9,9	87	—2.38,58	— 1570	— 11	″	—31.23,3	+1886	+ 53	″	2
17*b* Électre.....	4,0	77	—2.36,073	— 382	+ 19	+0,006	+ 0. 5,79	+1857	+ 38	+0,36	12
J. 8.....	9,4*	77	—2.34,90	— 2274	— 30	″	—50.33,8	+1843	+ 60	″	2
W. 72.....	9,0	82	—2.22,523	— 7	+ 27	—0,152	+ 9. 8,55	+1716	+ 31	+0,11	7
W. 73.....	9,3	83	—2.22,186	— 1273	— 06	+0,108	—24.30,80	+1692	+ 46	—0,38	6
18*m*.....	6,0	75	—2.21,030	+ 1312	+ 60	—0,038	+43.41,51	+1679	+ 15	—0,02	8
19*e* Taygète.....	4,6	77	—2.17,206	+ 470	+ 38	+0,026	+21.22,74	+1633	+ 24	+0,35	12
W. 84.....	9,3*	83	—2.10,234	+ 1528	+ 63	+0,12	+48.40,90	+1550	+ 10	+0,6	4
W. 86.....	10,1*	83	—2. 9,28:	— 1642	+ 20	″	+ 4. 5,6	+1539	+ 30	″	2
J. 14.....	8,7*	77	—2. 3,02	— 2340	— 37	″	—54.19,3	+1465	+ 54	″	3

Étoile.	Gr.	Ép. moy.	Δα.	Δρ.	Δν.	μ.	Δδ.	Δρ.	Δν.	ν.	N. de Cat.
			° m s	s	s	s	° ′ ″	″	″	″	
				0,	0,			0,	0,		
An. 1.....	8,3	1874	—2. 2,342	—00472	+00011	—0,037	— 4.30,41	+1457	+0032	—1,28	10
An. 2.....	8,8	74	—1.55,298	+ 519	+ 35	—0,042	+21.12,14	+1373	+ 18	—2,05	9
An. 3.....	10,4	75	—1.53,228	— 340	+ 13	—0,080	— 1.36,22	—1349	+ 28	—0,64	6
An. 4.....	7,5	74	—1.51,601	+ 238	+ 27	—0,137	+13.32,76	+1329	+ 21	—0,59	10
An. 5.....	10,0	74	—1.50,106	+ 907	+ 44	—0,056	+31. 3,15	+1311	+ 13	—1,97	7
W. 106.....	9,6*	89	—1.48,964	+ 1548	+ 60	″	+47.47,25	+1298	+ 05	″	2
An. 6.....	9,7	75	—1.47,870	+ 141	+ 24	—0,127	+10.44,53	+1285	+ 21	—0,42	9
20*c* Maïa.....	4,2	77	—1.39,923	+ 341	+ 27	+0,062	+15.30,28	+1190	+ 17	—0,09	12
J. 21.....	7,5*	77	—1.37,18	— 2406	— 44	″	—57.43,7	+1158	+ 50	″	2
An. 7.....	8,1	74	—1.36,944	— 398	+ 08	—0,040	— 4.13,30	+1155	+ 26	—1,14	10
21*k* Astérope.....	6,2	76	—1.35,609	+ 779	+ 38	+0,015	+26.43,42	+1139	+ 11	—0,30	11
22*l* Astérope.....	6,8	76	—1.27,132	+ 740	+ 35	—0,003	+25. 8,75	+1038	+ 10	—0,06	11
W. 137.....	10,7	87	—1.20,62	— 310	+ 07	″	— 2.56,6:	+ 961	+ 21	″	2
An. 8.....	7,8	75	—1.15,335	+ 3	+ 14	—0,016	+ 5.13,45	+ 898	+ 16	+2,50	9
An. 9.....	8,3	74	—1.13,074	+ 6	+ 14	—0,041	+ 4.53,76	+ 871	+ 16	—0,36	10
23*d* Mérope.....	4,5	77	—1. 8,824	— 532	— 01	—0,055	— 9.35,02	+ 821	+ 21	—0,02	12
An. 10.....	7,6	74	—1. 2,036	+ 182	+ 16	—0,071	+ 8.50,01	+ 740	+ 11	—0,21	10
W. 158.....	10,4*	87	—0.56,03	— 697	— 07	″	—14.47,6	+ 668	+ 20	″	2
W. 161.....	8,4	82	—0.53,293	— 1226	— 21	—0,104	—29. 0,21	+ 636	+ 26	+1,61	7
W. 168.....	10,3	1882	—0.50,33:	—00848	—00012	″	—19,10,4:	+ 600	+ 21	″	3

Etoile.	Gr.	Ep. moy.	Δα.	Δp.	Δν.	μ.	Δδ.	Δp.	Δν.	ν.	N. de Cat.
			m s	s	s	s	′ ″	″	″	″	
				0,	0,			0,	0,		
An. 11.....	9,6	1875	−0.49,577	−00131	+00006	−0,090	− 0.14,23	+0591	+0012	+0,24	8
An. 12.....	7,2	76	−0.30,787	+ 869	+ 28	−0,057	+24.49,52	+ 368	− 04	+0,15	11
W. 188.....	8,5	81	−0.27,538	+ 1566	+ 45	+0,056	+42.49,18	+ 329	− 13	+0,35	5
An. 13.....	8,6	74	−0.24,462	− 312	− 03	−0,051	− 6.39,26	+ 292	+ 09	−0,72	10
W. 196.....	9,8	83	−0.19,468	+ 342	+ 12	−0,035	+10.14,97	+ 232	00	−2,69	6
An. 14.....	9,6	75	−0.17,861	− 782	− 17	−0,185	−19.30,71	+ 213	+ 13	+4,60	8
An. 15.....	9,0	74	−0.12,530	+ 21	+ 03	−0,104	+ 1.21,49	+ 150	+ 02	+0,66	10
An. 16.....	10,7	62	−0.11,498	− 684	− 15	−0,194	−17.18,05	+ 137	+ 11	+1,35	3
W. 207.....	10,7	74	−0.11,13	+ 413	+ 13	″	+11.35,1	+ 133	− 03	″	1
An. 17.....	7,2	74	−0.10,283	− 887	− 21	−0,350	−22.46,12	+ 123	+ 13	+2,62	10
An. 18.....	8,6	74	−0. 9,786	+ 52	+ 03	−0,019	+ 2. 0,68	+ 117	+ 01	+0,21	10
24 *p*.....	6,7	74	−0. 8,046	+ 5	+ 02	−0,017	+ 0.39,41	+ 96	+ 02	+4,10	10
An. 19.....	7,3	74	−0. 7,195	− 705	− 17	+0,046	−18. 7,37	+ 86	+ 10	−0,72	10
An. 20.....	8,0	74	−0. 6,424	+ 1088	+ 29	−0,116	+28.59,10	+ 77	− 12	+0,32	10
An. 22.....	7,5	74	−0. 4,087	− 444	− 11	−0,027	−11.26,37	+ 49	+ 06	−0,42	10
An. 21.....	9,0	74	−0. 3,965	+ 1254	+ 33	−0,170	+33. 6,93	+ 47	− 14	+2,89	9
An. 23.....	8,1	74	−0. 1,003	− 973	− 25	+0,007	−25.36,73	+ 12	+ 12	+0,19	10
An. 24.....	7,2	74	−0. 0,142	+ 418	+ 11	−0,018	+10.59,78	+ 2	− 05	+0,01	10
Alcyone.....	3,2	″	0. 0,000	000	00	0,000	0. 0,00	0	00	0,00	″
An. 25.....	8,0	75	−0. 8,965	− 1103	− 30	+0,225	−29.42,56	− 107	+ 11	−1,35	8

Étoile.	Gr.	Ép. moy.	Δα.	Δp.	Δν.	μ.	Δδ.	Δp.	Δν.	ν.	N. de Cat.
			m s	s	s	s	′ ″	″	″	″	
				0,	0,			0,	0,		
W. 240.....	10,8	74	+0.11,23	— 207	— 07	″	— 6.10,4	— 134	00	″	1
An. 26.....	9,0	73	+0.14,853	— 1238	— 34	—0,221	—33.41,33	— 177	+ 12	+2,39	7
W. 249.....	10,1	81	+0.23,886	— 313	— 12	—0,11	— 9.46,08	— 285	— 01	—2,3	4
W. 256.....	10,2	74	+0.27,68	— 1450	— 42	″	—40. 6,0	— 331	+ 11	″	1
W. 264.....	10,2	82	+0.30,393	+ 62	— 04	—0,24	— 0.20,24	— 363	— 07	+2,7	3
W. 265.....	10,6*	74	+0.32,35	— 437	— 17	″	—13.34,5	— 387	— 02	″	1
J. 50.....	6,9*	83	+0.35,193	+ 2119	+ 47	—0,34	+53. 3,19	— 421	— 32	+1,3	4
W. 275.....	9,6	82	+0.37,901	+ 181	— 02	—0,187	+ 2.18,46	— 453	— 10	+0,47	7
An. 27.....	8,5	74	+0.43,724	+ 599	+ 07	+0,019	+12.54,68	— 523	— 16	+0,57	10
W. 286.....	10,5	82	+0.48,55:	— 367	— 18	″	—12.46,3:	— 581	— 06	″	3
An. 28.....	5,8	75	+0.53,586	— 1419	— 46	+0,053	—40.53,68	— 641	+ 06	+0,18	7
W. 296.....	10,2	82	+0.57,075	+ 15	— 10	0,00	— 3.15,82	— 683	— 12	+1,6	3
An. 29.....	7,2	74	+1. 0,131	+ 703	+ 07	—0,009	+14.34,58	— 719	— 21	+0,12	10
W. 307.....	9,4	84	+1. 5,333	+ 340	— 04	—0,239	+ 4.43,90	— 782	— 18	—0,89	6
J. 56.....	8,8*	77	+1.17,05	— 1727	— 58	″	—50.31,2	— 922	+ 04	″	2
W. 327.....	10,6	74	+1.18,33	— 1126	— 43	″	—34.39,8	— 937	— 03	″	1
W. 326.....	11,2*	98	+1.18,74	+ 1416	+ 21	″	+31.56,6	— 942	— 33	″	1
26 *s*.....	6,7	76	+1.28,056	— 343	— 25	+0,153	—14.37,52	—1054	— 15	—1,12	11
22.567 BD.....	9,6*	81	+1.34,05	— 1671	— 60	″	—50. 5,6	—1126	00	″	1
27 *f* Atlas.....	3,9	77	+1.40,512	+ 136	— 15	—0,012	— 2.50,62	—1204	— 23	—0,19	12

Étoile.	Gr	Ép. moy.	Δα.	Δp.	Δν.	μ.	Δδ.	Δp.	Δν.	ν.	N. de Cat.
			m s	s	s	s	″	″	″	″	
				0,	0,			0,	0,		
28 *h* Pléione.....	5,4	1876	+1.41,726	+00330	—00011	—0,011	+ 2. 9,70	—1218	—0026	+0,44	11
An. 30.....	8,4	74	+1.43,440	— 237	— 25	— 041	—12.49,92	—1239	— 19	—0,45	10
W. 362.....	9,8	77	+1.45,22	— 1327	— 53	″	—41.40,6	—1260	— 06	″	2
An. 31.....	7,8	76	+1.46,537	+ 939	+ 04	— 047	+17.44,01	—1276	— 34	+1,14	11
An. 32.....	7,0	74	+1.51,514	+ 916	+ 02	— 016	+16.50,25	—1336	— 35	+0,29	10
An. 33.....	8,3	74	+1.56,115	+ 622	— 06	— 052	+ 8.51,13	—1391	— 32	+0,53	10
E. 61	(9,2)	88	+2. 2,53	— 779	— 43	″	—28.16,6	—1468	— 17	″	2
W. 388.....	9,4	77	+2. 5,39	— 1336	— 57	″	—43. 9,7	—1503	— 11	″	2
W. 400.....	10,6*	83	+2.11,43	+ 174	— 20	″	— 3.48,3	—1575	— 30	″	2
W. 403.....	8,8*	77	+2.13,70	— 1405	— 61	″	—45.28,6	—1602	— 12	″	2
An. 34.....	6,5	74	+2.15,209	— 558	— 39	+ 061	—23.14,94	—1721	— 22	+0,03	10
An. 35.....	9,7	75	+2.16,230	+ 664	— 09	— 180	+ 8.41,60	—1633	— 37	+4,55	6
An. 36.....	9,4	75	+2.24,997	+ 624	— 11	— 196	+ 7. 5,21	—1738	— 38	+3,20	9
An. 37.....	7,8	74	+2.26,352	+ 931	— 04	— 018	+15. 0,29	—1755	— 42	+1,23	10
W. 420.....	10,1	80	+2.28,216:	+ 24	— 27	— 24:	— 8.48,01:	—1777	— 32	+4,3:	4
An. 38.....	7,1*	74	+2.29,278	— 210	— 33	— 014	—15. 0,14	—1790	— 29	+0,16	10
W. 436.....	9,6	83	+2.44,603	+ 1710	+ 13	— 133	+34. 2,95	—1974	— 55	+4,09	4
An. 39.....	7,8	73	+2.57,255	+ 1347	+ 01	+ 089	+23.50,03	—2127	— 54	+0,43	7
W. 464.....	10,6*	74	+3.11,12	+ 87	— 33	″	— 9.50,1	—2294	— 42	″	2
An. 40.....	7,3	77	+3.23,151	+ 182	— 33	+ 020	— 8. 5,84	—2439	— 46	+0,97	9
W. 483.....	10,5*	74	+3.32,78	+ 73	— 38	″	—11.32,1	—2555	— 47	″	1
W. 487.....	9,9*	81	+3.35,25	— 1012	— 66	″	—40. 7,6	—2585	— 34	″	1
W. 503.....	9,7*	77	+3.56,183	+ 1552	— 05	″	+25.25,26	—2838	— 64	″	2

35. Erreurs moyennes des résultats. — Nous avons classé suivant la grandeur des étoiles les erreurs moyennes calculées précédemment.

Voici les résultats que donnent les 49 étoiles principales pour lesquelles ce calcul a été fait (l'étoile $24p$ étant laissée de côté, à cause d'une irrégularité qui semble exister dans son mouvement propre).

Gr.	$\varepsilon_{\Delta\alpha}$.	ε_{μ}.	$\varepsilon_{\Delta\delta}$.	ε_{ν}.	N. d'ε.
	s	s			
5,72	±0,0060	±0,0372	±0",061	±0",377	16
7,68	62	378	73	443	17
9,06	89	529	76	445	16
Moyenne	72	431	70	426	49

On voit que l'influence de la grandeur sur la précision des résultats n'est pas très considérable. Adoptons, comme erreurs moyennes, celles déduites de l'ensemble des 49 étoiles. A une époque quelconque t, les erreurs sur la position d'une étoile tirée de notre Catalogue sont :

$$\varepsilon_{\Delta\alpha} = \left\{ \overline{0,0072}^2 + \left[\frac{0,0431(t-t_0)}{100} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}},$$

$$\varepsilon_{\Delta\delta} = \left\{ \overline{0,070}^2 + \left[\frac{0,426(t-t_0)}{100} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Ces erreurs sont calculées dans le Tableau suivant :

$t-t_0$.	Err. moy. asc. dr.	Err. moy. décl.	$t-t_0$.	Err. moy. asc. dr.	Err. moy. décl.
s	s	"	s	s	"
0	±0,007	±0,07	50	±0,023	±0,23
10	08	08	60	27	27
20	11	11	70	31	31
30	15	15	80	35	35
40	18	18	90	39	39
50	23	23	100	44	44

Il faut remarquer que ces erreurs doivent être diminuées d'un tiers de leur valeur, si l'on veut les rendre comparables

à celles qui sont assez fréquemment employées sous le nom d'*erreurs probables*.

36. Position et mouvement propre absolus d'Alcyone. — On avait tout d'abord entrepris la détermination des positions et mouvements propres de 13 étoiles brillantes des Pléiades auxquelles on se proposait de rattacher ce Catalogue. Bien que cette recherche reposât sur l'ensemble des observations méridiennes contenues dans les différents Catalogues de la bibliothèque de l'observatoire de Lyon, il nous a paru postérieurement que le système de poids et de corrections ainsi déterminés n'aurait pas une autorité suffisante.

Nous avons cru préférable de relier le Catalogue différentiel des Pléiades au nouveau Catalogue général de M. Newcomb qui a bien voulu nous communiquer les renseignements suivants concernant les trois étoiles fondamentales du groupe :

lle.	α 1873.	Préc. ann. (Struve).	Var. séc.	Mt pr. par siècle.	δ 1873.	Préc. ann. (Struve).	Var. séc.	Mt pr. par siècle.
	h m s	s	s	s	°	″	″	″
lectre.	3.37.20,211	+3,54930	+0,01777	+0.112	+23.42.43,67	+11,6925	−0,4257	−5,28
me....	39.56,287	+3,55310	+0,01759	+0,112	+23.42.37,89	+11,5073	−0,4295	−5,28
tlas...	41.36.815	+3,55448	+0,01743	+0,076	+23.39.47,32	+11,3869	−0,4316	−5,12

A ces données nous avons rattaché nos positions et mouvements relatifs en donnant à Alcyone le poids 2 (Newcomb). En ascension droite, il a été tenu compte de la variation de l'équation personnelle avec la grandeur dans les observations méridiennes : le coefficient adopté étant $0^s,01$ par grandeur. On a trouvé ainsi :

Ét.	Gr.	Posit. (Newc.).	Équ. pers.	Position 1873 abs.	Position 1873 relat.	Position 1873 concl.	Mouvement propre abs.	Mouvement propre relat.	Mouvement propre concl.	Poids.
				Ascensions droites.						
		s	s	s	s	s	s	s	s	
17*b*.....	4,0	20,211	—0,008	203	—36,073	56,276	+,112	+,006	+,106	1
Alcyone.	3,2	56,287	"	287	"	287	+,112	"	+,112	2
27*f*.....	3,9	36,815	—0,007	808	+40,512	296	+,076	—,012	+,088	1
			Adopté.....			56,287			+,105	
				Déclinaisons.						
		°								
17*b*.....		+43",67			+ 5",79	+37",88	—5",28	+0",36	—5",64	1
Alcyone.		+37,89			"	+37,89	—5,28	"	—5,28	2
27*f*.....		+47,32			—50,62	+37,94	—5,12	—0,19	—4,93	1
			Adopté.....			+37.90			—5,28	

On a réuni dans le Tableau suivant les données relatives à Alcyone, qui seront adoptées dans les recherches ultérieures :

ALCYONE (origine).

	Position 1873.	Préc. ann.	Var. séc.	3e terme de la préc.	Mt pr. ann.
	h m s	s	s	s	s
α.....	3.39.56,287	+ 3,55310	+0,01759	—0,0039	+0,00105
δ.....	+23°.42'.37",90	+11",5073	—0",4295	—0".159	—0",0528

la réduction à une époque $1873 + t$ étant

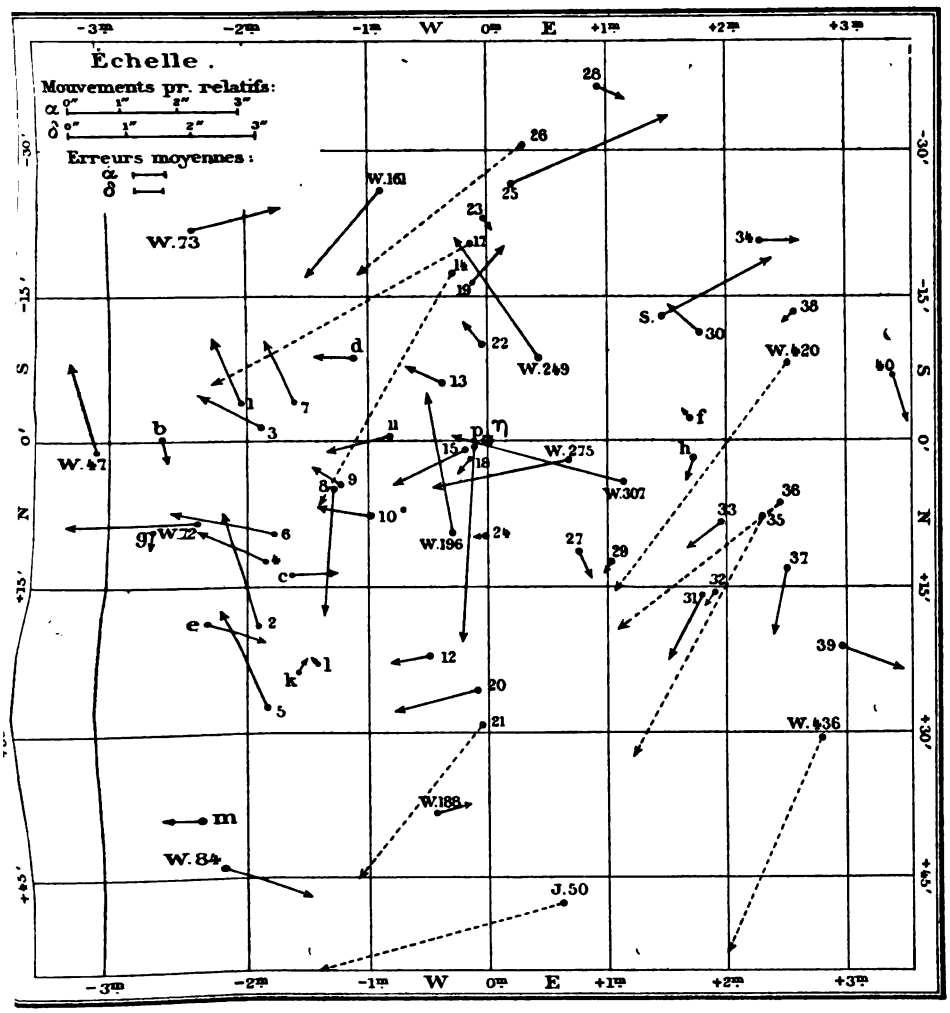
$$(\text{préc} + \text{M}^{\text{t}}\,\text{pr})\,t + (\text{var. séc})\frac{t^2}{200} + (3^{\text{e}}\ \text{terme})\left(\frac{t}{100}\right)^3.$$

37. **Carte des mouvements relatifs des Pléiades.** — L'ensemble des mouvements relatifs des Pléiades peut être apprécié d'un coup d'œil dans la Carte page 89, où nous les avons représentés en grandeur et en direction par des segments. Comme Pritchard et Elkin avaient traduit leurs résultats de la même façon, cela permet de comparer rapidement ces différents travaux entre eux. D'ailleurs, leur comparaison numérique résulte des résidus O — C calculés précédemment.

Les mouvements propres relatifs de Pritchard diffèrent tellement de ceux que nous avons obtenus, ainsi que de ceux qui

résultent des mesures héliométriques de Bessel et d'Elkin, qu'ils ne semblent plus actuellement devoir être pris en con-

Fig. 1.



Dans cette Carte on a choisi comme origine l'étoile Alcyone = η Taureau (18ʰ,3,0).
Les mouvements figurés en ligne pointillée sont ceux des étoiles qui semblent ne pas appartenir au système physique des Pléiades.
Dans l'échelle on a représenté, sous le nom d'*erreurs moyennes*, la moyenne des erreurs probables en α et δ déduites du calcul.

sidération. Les mouvements de Wolf, quoique meilleurs, doivent être également abandonnés : on s'explique, en effet, que les erreurs systématiques relevées en ascension droite dans ces mesures affectent beaucoup les mouvements conclus pour cent ans, d'autant plus que l'intervalle de temps séparant les observations de Wolf et de Pritchard de celles de Bessel est relativement court.

D'un autre côté, la concordance de nos résultats avec ceux déduits spécialement de mesures héliométriques, et les faibles erreurs moyennes qu'ils comportent, paraissent démontrer que, malgré leur exiguïté, les mouvements relatifs des Pléiades ne peuvent plus être mis en doute à notre époque.

Enfin la petitesse de ces mouvements relatifs par rapport au mouvement général d'entraînement du groupe en même temps que l'agglomération des étoiles brillantes dans cette portion restreinte du ciel montrent, avec une grande probabilité, que l'amas des Pléiades est un système physique.

TROISIÈME PARTIE.

DISCUSSION DES OCCULTATIONS DE GROUPES D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

CHAPITRE I.

MÉTHODE DE RÉDUCTION.

38. Calcul de la distance angulaire apparente de l'étoile au centre de la Lune. — Soient, à l'instant observé θ (temps sidéral) d'un phénomène d'occultation :

Δ, α, δ, t la distance, les coordonnées équatoriales et l'angle horaire géocentriques de la Lune;

Δ', α', δ', t' la distance, les coordonnées équatoriales et l'angle horaire apparents du même astre;

α_*, δ_* les coordonnées équatoriales apparentes de l'étoile;

π la parallaxe horizontale équatoriale de la Lune;

d la distance angulaire apparente de l'étoile au centre de la Lune;

D cette même quantité rapportée à la distance Δ.

Si l'on pose

$$f = \frac{\Delta'}{\Delta} \qquad \text{et} \qquad t' - t = \mathrm{T},$$

les formules connues

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} t &= \theta - \alpha, \\ f \cos\delta' \cos \mathrm{T} &= \cos\delta - \rho \cos\varphi' \sin\pi \cos t, \\ f \cos\delta' \sin \mathrm{T} &= \qquad + \rho \cos\varphi' \sin\pi \sin t, \\ f \sin\delta' &= \sin\delta - \rho \sin\varphi' \sin\pi, \\ \alpha' &= \alpha - \mathrm{T} \end{aligned} \right.$$

(dans lesquelles $\rho \cos\varphi'$, $\rho \sin\varphi'$ représentent comme on sait les coordonnées rectangulaires géocentriques du lieu d'observation, dans le méridien) permettront de calculer les coordonnées apparentes de la Lune, pourvu que l'on ait, au préalable et avec l'argument θ, tiré des Tables lunaires les quantités α, δ, π.

Si d'autre part, en tenant compte de la précession et de la réduction au jour, on a, à l'aide des Catalogues, calculé les coordonnées apparentes de l'étoile, on obtiendra la distance angulaire apparente d par la formule

$$\cos d = \sin\delta_* \sin\delta' + \cos\delta_* \cos\delta' \cos(\alpha' - \alpha_*).$$

Pour simplifier le calcul on introduit l'angle de position P; en effet, en posant

$$\delta_1 = \frac{\delta' + \delta_*}{2},$$

on a

$$(2) \qquad \begin{cases} d \sin P = (\alpha_* - \alpha') \cos\delta_1, \\ d \cos P = \delta_* - \delta', \end{cases}$$

formules que l'on s'est assuré être suffisamment exactes au point de vue numérique.

La distance angulaire d rapportée à la distance Δ devient évidemment

$$(3) \qquad D = fd.$$

Cette quantité D va être comparée au demi-diamètre tabulaire r de la Lune, en vue de former une équation de condition.

39. **Équation de condition.** — Si les quantités qui ont servi à calculer D étaient exactes ainsi que le demi-diamètre tabulaire r, on aurait $D = r$. Donc, si l'on suppose les erreurs suivantes :

$\Delta\theta$ sur le temps d'observation;
$\Delta\alpha_☾$, $\Delta\delta_☾$ sur la position de la Lune;
$\Delta\alpha_*$, $\Delta\delta_*$ » l'étoile;
$\Delta\pi$ sur la parallaxe;

d'où il résulte l'erreur

ΔD sur D,

et si l'on appelle

Δr la correction au demi-diamètre tabulaire, on aura l'équation de condition cherchée

$$D - r = \Delta r - \Delta D,$$

dans laquelle il ne reste plus qu'à calculer ΔD. Pour cela négligeons Δf, quantité de second ordre, et posons

$$A = f \sin P \cos \delta_1, \qquad B = f \cos P,$$

on trouve, eu égard à (2) et (3),

$$\Delta D = -A\Delta\alpha' - B\Delta\delta' + A\Delta\alpha_* + B\Delta\delta_*;$$

d'ailleurs les formules (1) donnent

$$(4) \quad \begin{cases} \Delta t = \Delta\theta - \Delta\alpha, \\ \Delta T = \dfrac{\partial T}{\partial t}\Delta t + \dfrac{\partial T}{\partial \delta}\Delta\delta + \dfrac{\partial T}{\partial \pi}\Delta\pi, \\ \Delta\delta' = \dfrac{\partial \delta'}{\partial t}\Delta t + \dfrac{\partial \delta'}{\partial \delta}\Delta\delta + \dfrac{\partial \delta'}{\partial \pi}\Delta\pi, \\ \Delta\alpha' = \Delta\alpha - \Delta T, \end{cases}$$

où l'on a

rigoureusement	sensiblement
$:- L = \dfrac{\rho \cos\varphi' \sin\pi}{f \cos\delta'} \cos t',$	$L = \cot \dfrac{t+t'}{2} \sin(\alpha' - \alpha),$
$:+ M = -\dfrac{\rho \cos\varphi' \sin\pi \sin\delta'}{f} \sin t',$	$M = \sin \dfrac{\delta+\delta'}{2} \cos \dfrac{\delta+\delta'}{2} \sin(\alpha' - \alpha),$
$:+ P_1 = \dfrac{\sin\delta \sin T}{f \cos\delta'},$	
$:+ Q = \dfrac{\cos(\delta - \delta') - 2\sin\delta \sin\delta' \sin^2 \frac{T}{2}}{f},$	$Q = 1,$
$:- l = \dfrac{\rho \cos\varphi' \cos\pi \sin t'}{f \cos\delta'},$	$l = \dfrac{\alpha' - \alpha}{\pi},$
$:+ m = \dfrac{\rho \cos\pi (\cos\varphi' \sin\delta' \cos t' - \sin\varphi' \cos\delta')}{f},$	$m = \dfrac{\delta' - \delta}{\pi}.$

Soient encore μ et ν les mouvements, en ascension droite et en déclinaison, de la Lune (exprimés en secondes d'arc) pendant $\frac{1}{15}$ de seconde de temps; on a

$$\Delta\alpha = \Delta\alpha_{☾} + \mu\Delta\theta,$$
$$\Delta\delta = \Delta\delta_{☾} + \nu\Delta\theta,$$

et les formules (4) deviennent

$$\Delta t = \Delta\theta - \Delta\alpha_{☾} - \mu\Delta\theta,$$
$$\Delta T = -L(\Delta\theta - \Delta\alpha_{☾} - \mu\Delta\theta) + P_1(\Delta\delta_{☾} + \nu\Delta\theta) - l\Delta\pi,$$
$$\Delta\delta' = -M\Delta\alpha_{☾} + \Delta\delta_{☾} + [M(1-\mu) + \nu]\Delta\theta + m\Delta\pi,$$
$$\Delta\alpha' = (1-L)\Delta\alpha_{☾} - P_1\Delta\delta_{☾} + [\mu(1-L) - P_1\nu + L]\Delta\theta + l\Delta\pi.$$

Les valeurs $\Delta\alpha'$, $\Delta\delta'$, portées dans l'expression de ΔD, donnent

$$\Delta D = A\Delta\alpha_* + B\Delta\delta_* + (AL + BM - A)\Delta\alpha_{☾} + (AP_1 - B)\Delta\delta_{☾}$$
$$- [AL + BM - \mu(AL + BM - A) - \nu(AP_1 - B)]\Delta\theta - (Al + Bm)\Delta\pi.$$

Or le calcul montre que les quantités $AL + BM$, $P_1 A$ ne dépassent pas numériquement 0,005 et qu'on peut les négliger devant A, B; alors l'expression précédente se réduit à

$$\Delta D = -A(\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_*) - B(\Delta\delta_{☾} - \Delta\delta_*)$$
$$- [A(\mu + L) + B(\nu + M)]\Delta\theta - (Al + Bm)\Delta\pi.$$

Exprimons $\Delta\theta$ en secondes de temps et posons

$$15[A(\mu + L) + B(\nu + M)] = a,$$
$$Al + Bm = b;$$

l'équation de condition devient, en y remplaçant ΔD par sa valeur,

$$\Delta r + A[\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_*] + B[\Delta\delta_{☾} - \Delta\delta_*] + a\Delta\theta^s + b\Delta\pi = D - r.$$

Remarque. — Dans un travail d'ensemble, il est important d'introduire dans cette équation, au lieu des corrections Δr, $\Delta\pi$,

variables avec le temps, les corrections constantes Δr_0, $\Delta\pi_0$ au demi-diamètre et à la parallaxe de la Lune à sa distance moyenne adoptés dans les Tables qu'on emploie. On n'a pour cela qu'à profiter des relations

$$\Delta r = \frac{\pi}{\pi_0}\Delta r_0, \qquad \Delta\pi = \frac{\pi}{\pi_0}\Delta\pi_0,$$

et à poser

$$l' = \frac{\alpha' - \alpha}{\pi_0}, \qquad m' = \frac{\delta' - \delta}{\pi_0},$$

$$\mathrm{A}\,l' + \mathrm{B}\,m' = b';$$

l'équation de condition est alors

$$\frac{\pi}{\pi_0}\Delta r_0 + \mathrm{A}[\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_*] + \mathrm{B}[\Delta\delta_{☾} - \Delta\delta_*] + a\,\Delta\theta^s + b'\,\Delta\pi_0 = \mathrm{D} - r,$$

où $\Delta\theta$ est exprimée en secondes de temps et les autres corrections en secondes d'arc.

40. **Degré de séparabilité des inconnues.** — On traite habituellement par les moindres carrés les équations de condition que fournit une série d'occultations. A cet égard, il est intéressant de se rendre compte du degré de séparabilité des inconnues; pour cela il suffit d'évaluer les coefficients probables de ces dernières dans les équations normales établies par cette méthode. Nous ferons cette recherche seulement pour les inconnues Δr, $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$, dont la séparabilité dépend presque exclusivement de la distribution des phénomènes observés suivant l'angle de position. Ainsi, nous supposerons les premiers membres des équations de condition réduits à

$$\Delta r + f\cos\delta\sin\mathrm{P}\,\Delta\alpha + f\cos\mathrm{P}\,\Delta\delta.$$

Parmi ces équations, considérons d'abord celles, en nombre n, relatives à des *immersions* et formons les équations normales correspondantes. Dans celles-ci les coefficients des

inconnues pourront s'écrire :

	Δr.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
I.....	n,	$nf\cos\delta\sum\frac{\sin P}{n}$,	$nf\sum\frac{\cos P}{n}$,
II....	$nf\cos\delta\sum\frac{\sin P}{n}$,	$nf^2\cos^2\delta\sum\frac{\sin^2 P}{n}$,	$nf^2\cos\delta\sum\frac{\sin P\cos P}{n}$,
III...	$nf\sum\frac{\cos P}{n}$,	$nf^2\cos\delta\sum\frac{\sin P\cos P}{n}$,	$nf^2\sum\frac{\cos^2 P}{n}$.

Si le nombre n est assez grand, on peut admettre que les phénomènes d'occultation sont distribués autour de la Lune suivant la *loi des probabilités*. Cette loi sera évidemment telle que les *points de rencontre* d'un diamètre de la Lune et des trajectoires relatives des étoiles *soient distribués uniformément* sur ce diamètre.

Dans ces conditions, le calcul des coefficients probables ne dépend plus que des moyennes respectives des sin, des cos, de leurs carrés et de leur produit, moyennes correspondant *à un diamètre divisé en un nombre infini de parties égales* et l'angle P variant de o à π.

On a tout d'abord

$$\sum\frac{\cos P}{n}=\sum\frac{\sin P\cos P}{n}=0;$$

d'autre part, on établit aisément que, si l'on pose

$$\sum\frac{\sin P}{n}=\sin x,$$

on a

$$\cos x=\frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^2 P\cos P\,dP}{\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^2 P\,dP}=\frac{4}{3\pi},$$

d'où

$$\sum\frac{\sin P}{n}=0{,}905;$$

enfin, au moyen de la formule donnant la somme des carrés des k premiers nombres entiers, on trouve

$$\sum \frac{\cos^2 P}{n} = 1 - \sum \frac{\sin^2 P}{n} = \lim \frac{1}{k} \frac{k(k+1)(2k+1)}{6k^2} \quad \text{pour} \quad k = \infty,$$

c'est-à-dire

$$\sum \frac{\cos^2 P}{n} = \frac{1}{3},$$
$$\sum \frac{\sin^2 P}{n} = \frac{2}{3}.$$

D'ailleurs les quantités f et $\cos\delta$ ont sensiblement pour valeurs moyennes

$$f = 0,985,$$
$$\cos\delta = 0,962.$$

Les premiers membres des équations normales probables relatives à n immersions se réduisent donc à

$$n \text{ imm.} \begin{cases} \text{I} \ldots\ldots & n\,\Delta r + 0,858\,n\,\Delta\alpha, \\ \text{II} \ldots\ldots & +0,858\,n\,\Delta r + 0,599\,n\,\Delta\alpha, \\ \text{III} \ldots\ldots & +0,323\,n\,\Delta\delta. \end{cases}$$

Par un raisonnement analogue on établirait pour n' émersions

$$n' \text{ ém.} \begin{cases} \text{I} \ldots\ldots & n'\,\Delta r - 0,858\,n'\,\Delta\alpha, \\ \text{II} \ldots\ldots & -0,858\,n'\,\Delta r + 0,599\,n'\,\Delta\alpha, \\ \text{III} \ldots\ldots & +0,323\,n'\,\Delta\delta. \end{cases}$$

Enfin l'ensemble de tous les phénomènes fournirait des équations normales probables ayant pour premiers membres

$$n \text{ imm. et } n' \text{ ém.} \begin{cases} \text{I} \ldots\ldots & (n+n')\,\Delta r + 0,858\,(n-n')\,\Delta\alpha, \\ \text{II} \ldots\ldots & +0,858\,(n-n')\,\Delta r + 0,599\,(n+n')\,\Delta\alpha, \\ \text{III} \ldots\ldots & +0,323\,(n+n')\,\Delta\delta. \end{cases}$$

Ces résultats montrent combien il est important, pour la séparabilité des deux inconnues Δr et $\Delta\alpha$, de disposer de phé-

nomènes observés sur les deux bords. On remarque, en effet, que, dans les équations normales probables répondant à un seul bord (imm. ou ém.), les coefficients de ces inconnues sont dans des rapports 1,17-1,43, trop peu différents pour les équations I et II, ce qui est une mauvaise condition de séparabilité; au contraire, ces rapports divergent rapidement à mesure que l'on fait entrer dans la discussion les phénomènes observés sur l'autre bord, et la séparabilité devient maximum lorsque $n = n'$.

Un exemple numérique mettra cela bien en relief. Considérons deux séries de vingt observations, la première ne comprenant que des immersions, la seconde composée de 10 imm. et de 10 ém. En résolvant les équations normales probables, on trouve, d'après la théorie précédente, que les inconnues se séparent avec les coefficients suivants :

20 imm.	Δr...	4,58	10 imm. et 10 ém.	Δr...	20,00
	$\Delta\alpha$...	2,74		$\Delta\alpha$...	11,98
	$\Delta\delta$...	6,46		$\Delta\delta$...	6,46

On peut donc conclure de cette étude que, si l'emploi exclusif des occultations observées sur un seul bord n'a pas d'importance au point de vue de la détermination de l'inconnue $\Delta\delta$, ce mode de combinaison des observations diminue considérablement le degré de séparabilité des inconnues Δr et $\Delta\alpha$.

Ainsi, quoique les observations faites sur le bord obscur de la Lune soient, en général, meilleures que celles faites sur le bord brillant, le rejet de ces dernières, tel que l'a fait J. Peters (*loc. cit.*, p. 20), a l'inconvénient de conduire à une certaine *indétermination numérique* du demi-diamètre et de l'ascension droite. Les coefficients de séparabilité de ces quantités étant alors faibles, il peut suffire, en effet, d'une seule observation anormale (telle, par exemple, que celle faite sur une aspérité importante de la Lune) pour modifier considérablement les résultats.

C'est pourquoi nous croyons préférable, dans une discussion

d'occultations, d'utiliser les phénomènes observés sur les deux bords, mais sous les conditions suivantes :

1° Leur donner des poids en rapport avec les erreurs que comportent les circonstances d'observation;

2° Rechercher ces erreurs;

3° En corriger les résultats.

CHAPITRE II.

COORDONNÉES SÉLÉNOGRAPHIQUES DU POINT COINCIDANT [1].

L'étude physique du bord de la Lune au moyen des occultations nécessite de toujours rapporter la position du point du disque où se produit un phénomène (immersion ou émersion) à un système de coordonnées fixe par rapport à cet astre.

Dans le but d'utiliser les Tables de Marth [2] nous avons choisi pour *plan fondamental* l'équateur lunaire et pour *origine* des longitudes la même que celle adoptée par cet astronome. Les Tables de Marth fournissent à chaque instant la longitude et la latitude sélénographiques λ, β de la *Terre*. Or, sur le globe lunaire, la position d'un point du bord défini par l'angle de position P dépend à la fois des coordonnées sélénographiques λ', β' du *lieu d'observation* et de l'angle de position $360^\circ - P_0$ du pôle de la Lune. Pour calculer ces dernières quantités il est indispensable de connaître au même instant la position de l'équateur lunaire par rapport au nôtre.

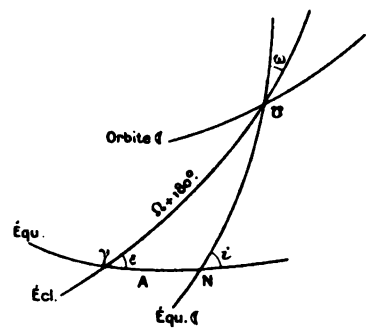
41. **Position de l'équateur de la Lune. Table.** — Considérons (*fig.* 2) le triangle sphérique $\gamma ☋ N$ formé par le point γ, le nœud descendant ☋ de l'orbite lunaire (lequel, d'après l'une des lois de Cassini, coïncide avec le nœud ascendant de l'équateur lunaire), et le nœud ascendant N de l'équateur lunaire par rapport à l'équateur terrestre. Soient ω et i les inclinaisons de l'équateur ☾ sur l'écliptique et sur l'équateur, ☊ la longitude

(1) Cette dénomination est due à Airy.

(2) Marth *Ephemeris for physical observation of the Moon* (*Monthly Notices*).

du nœud ascendant de la Lune et A l'ascension droite du point N.

Fig. 2.



La position de l'équateur ☾ sera définie à chaque instant par les angles A et i que l'on calculera par les formules suivantes, déduites du triangle γN ☋, en remarquant que ω est petit :

$$\operatorname{tang} A = -\frac{\operatorname{tang} \Omega \sin(\omega \cos \Omega)}{\sin(\varepsilon - \omega \cos \Omega)},$$

$$\operatorname{tang} i = +\frac{\operatorname{tang}(\varepsilon - \omega \cos \Omega)}{\cos A}.$$

Avec les valeurs numériques

$$\omega = 1^\circ,523 \text{ (Franz)}, \qquad \varepsilon = 23^\circ,452,$$

nous avons formé la Table suivante donnant les quantités A, tang i, en fonction de l'argument Ω, que l'on tire facilement de la *Connaissance des Temps :*

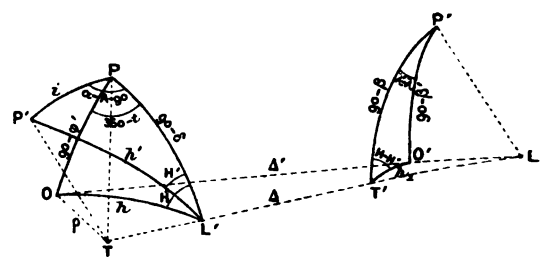
Ω.	A.	log tang i.	Ω.
0	∓ 0,00	+ 9,605	360
10	∓ 0,71	+ 605	350
20	∓ 1,39	+ 607	340
30	∓ 2,03	+ 610	330
40	∓ 2,58	+ 613	320
50	∓ 3,06	+ 617	310
60	∓ 3,42	+ 622	300
70	∓ 3,68	+ 627	290
80	∓ 3,81	+ 633	280
90	∓ 3,82	+ 638	270

☊.	A.	log tang i.	☊.
90	∓ 3,82	+ 638	270
100	∓ 3,73	+ 644	260
110	∓ 3,52	+ 649	250
120	∓ 3,22	+ 654	240
130	∓ 2,81	+ 658	230
140	∓ 2,35	+ 661	220
150	∓ 1,82	+ 664	210
160	∓ 1,24	+ 666	200
170	∓ 0,63	+ 668	190
180	∓ 0,00	+ 9,668	180

Argum ☊ à gauche..... A —
Argum ☊ à droite..... A +

42. **Longitude et latitude sélénographiques λ′, β′ du lieu d'observation.** — Marquons, sur une sphère (*fig.* 3) ayant pour centre la Terre et ρ pour rayon, les points P pôle, P′ pôle de la

Fig. 3.



Lune, O lieu d'observation et L′ Lune, et sur la sphère lunaire marquons les points P′ pôle de la Lune, O′ lieu d'observation et T′ Terre.

Considérons le triangle sphérique P P′L′ et posons

$$\operatorname{tang} N = \operatorname{tang} i \sin(\alpha - A);$$

on pourra calculer l'angle H′ par

$$\operatorname{tang} H' = \frac{\sin N \cot(\alpha - A)}{\cos(\delta - N)}.$$

D'autre part si l'on pose

$$\rho \sin\varphi' = \frac{1}{n'} \sin N'$$

$$\rho \cos\varphi' \cos t = \frac{1}{n'} \cos N',$$

le triangle sphérique POL′ donne

$$\begin{aligned} n'\rho \sin h \cos H &= \sin(N' - \delta) \\ n'\rho \sin h \sin H &= -\cos N' \operatorname{tang} t \\ n'\rho \cos h &= \cos(N' - \delta). \end{aligned}$$

formules qui permettront de calculer H et $\rho \sin h$.

Or l'angle h_1 sous lequel on voit de la Lune le rayon TO est évidemment fourni par

$$\sin h_1 = \sin h \frac{\rho}{\Delta'} = \sin h \frac{\rho}{f} \sin\pi,$$

c'est-à-dire

$$h_1 = \pi \frac{\rho \sin h}{f},$$

et le triangle sphérique P′O′T′ donne, à cause de la petitesse de h_1,

$$\beta' - \beta = h_1 \cos(H - H')$$

$$(\lambda' - \lambda) \cos\beta = h_1 \sin(H - H'),$$

d'où

$$\beta' = \beta + \frac{\pi}{f} \rho \sin h \cos(H - H')$$

$$\lambda' = \lambda + \frac{\pi}{f \cos\beta} \rho \sin h \sin(H - H').$$

43. Angle de position 360° — P, du pôle de l'équateur lunaire. — Nous considérerons sur la sphère (*fig.* 4) ayant le lieu d'observation pour centre, le triangle PP′L″ analogue au triangle PP′L′ précédemment envisagé. Dans les formules relatives à ce dernier triangle, il n'y a qu'à remplacer les coordonnées géocentriques α, δ de la Lune par ses coordonnées apparentes α', δ' pour

obtenir les formules relatives au triangle P P′L″. Donc si l'on pose

$$\operatorname{tang} N_0 = \operatorname{tang} i \sin(\alpha' - A)$$

on aura immédiatement l'angle P_0 cherché par la formule

$$\operatorname{tang} P_0 = \frac{\sin N_0 \cot(\alpha' - A)}{\cos(\delta' - N_0)}.$$

44. **Coordonnées sélénographiques λ_*, β_* d'un point du bord apparent de la Lune ayant pour angle de position** P. — Enfin, sur la sphère ayant pour centre la Lune, le triangle (*fig.* 5)

Fig. 4.

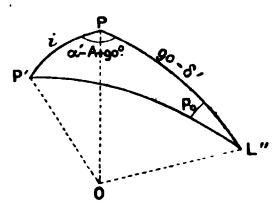
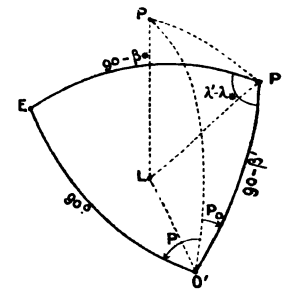


Fig. 5.



dont les sommets sont le pôle lunaire P′, le pôle P et le point E du disque où se produit un phénomène d'occultation fournit les relations suivantes

$$\begin{aligned}
\cos\beta_* \cos(\lambda' - \lambda_*) &= -\sin\beta' \cos(P + P_0),\\
\cos\beta_* \sin(\lambda' - \lambda_*) &= +\sin(P + P_0),\\
\sin\beta_* &= +\cos\beta' \cos(P + P_0),
\end{aligned}$$

qui permettent de calculer les quantités λ_*, β_*.

CHAPITRE III.

DISCUSSION DE TROIS OCCULTATIONS DES PLÉIADES.

45. **Autorités; données.** — Depuis quelques années M. Ch. André a institué à Lyon l'observation régulière des phénomènes d'occultation toutes les fois que notre satellite passe à travers un amas d'étoiles. Les plus importantes séries obtenues jusqu'ici sont celles, relatives aux Pléiades, des 23 juillet et 13 octobre 1897 et du 3 janvier 1898 (1).

Quoique nous ayons déjà publié (2) les résultats des deux premières, il nous a paru nécessaire, pour l'unité du travail actuel, de reprendre cette discussion. En effet, les positions d'étoiles provisoirement adoptées à cette époque doivent être actuellement remplacées par celles déduites de notre Catalogue des Pléiades; d'ailleurs, d'après une remarque antérieure, nous n'accorderons plus dans une même série des poids égaux aux observations faites sur chaque bord.

La troisième série comprend les occultations observées le 3 janvier 1898 à

G_0.	— Göttingen,	par MM.	Ambronn,
G_r.	— Greenwich,	»	Dyson, Bowyer, Edney, Hollis, Skells, Cowell et Witchell.
H.	— Heidelberg,	»	Valentiner et Ristenpart.
I_1.	— Iéna,	»	Knopf.
I_2.	— Iéna,	»	Winkler.
L_e.	— Leipzig,	»	Hayn.
L_y.	— Lyon,	»	Le Cadet et Guillaume.
N.	— Nice,	»	Javelle.
O.	— Oxford,	»	Wickham et Robinson.
P.	— Paris,	»	Bigourdan.
V.	— Vienne,	»	Sterneck.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 289 et 635.

(2) Ph. Lagrula, *Sur l'occultation des Pléiades du 23 juillet* 1897 (*Bulletin astronomique*, t. XIV, p. 466). — *Sur deux occultations des Pléiades par la Lune* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 851).

Ces observations ont été publiées en 1898, soit dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, les *Astronomische Nachrichten* ou les *Monthly Notices*. Nous leur avons ajouté sept observations qui, ayant paru légèrement douteuses, n'avaient pas été publiées (Lyon, 14 octobre 1897), mais dont les résultats ont été jugés satisfaisants; au contraire, six observations manifestement mauvaises ont été rejetées (série du 3 janvier 1898). Notre discussion porte donc sur 170 occultations ainsi réparties :

21 *immersions*	sur le bord	*brillant*	de la Lune.....	(IB)	1re et 2e séries
44 *émersions*	»	*obscur*	»	(EO)	
82 *immersions*	»	*obscur*	»	(IO)	3e série
23 *émersions*	»	*brillant*	»	(EB)	

A cet effet voici les données que nous avons employées :

46. **Temps adoptés.** — Certains phénomènes ayant parfois été observés en double dans le même lieu, il nous a paru rationnel d'adopter le temps noté le plus tard à l'immersion et le plus tôt à l'émersion. Pourtant, dans la série du 23 juillet, réduite antérieurement, nous avons adopté la moyenne des deux temps d'observation lorsque leur différence n'excédait pas $0^s,6$. Cela n'influe d'ailleurs pas sensiblement sur les résultats, mais nous avons pensé qu'il y aurait plus d'uniformité à suivre rigoureusement dans ce choix la règle énoncée plus haut : c'est ce que nous avons fait pour les deux autres séries. Ces temps adoptés sont inscrits en temps moyen de Paris aux Tableaux (p. 110 et suiv.).

47. **Coordonnées géographiques des différents lieux d'observation.** — Ces données figurent dans le Tableau suivant, avec les quantités $\log\rho\cos\varphi'$, $\log\rho\sin\varphi'$ calculées au moyen des formules

$$\rho\cos\varphi' = \frac{\cos\varphi}{\sqrt{1-e^2\sin^2\varphi}} + \frac{h}{a}\cos\varphi, \qquad \text{Aplatissement} = \frac{1}{292}\ (\text{Faye}).$$

$$\rho\sin\varphi' = \frac{(1-e^2)\sin\varphi}{\sqrt{1-e^2\sin^2\varphi}} + \frac{h}{a}\sin\varphi, \qquad \log a = 6,8047.$$

qui tiennent compte de la hauteur h au-dessus du niveau de la mer.

Lieu d'observation.	Longitude Paris.	φ.	h.	$\log \rho \cos \varphi'$.	$\log \rho \sin \varphi'$.	Autorités.
	h m s	° ′ ″	m			
Göttingen	0,30,25,4 E	51.31,47,9	162	9,794787	9,891668	M. Schur (lettre)
Greenwich.....	0, 9,20,9 O	51.28,38,1	47	9,795281	9,891341	*Conn. des Temps*
Heidelberg.....	0,25,27,5 E	49.24,35	»	9,814273	9,878321	*Berliner Jahrbuch*
Iéna$_1$.....	0.36,59,3 E	50.55,34,9	164	9,800468	9,887978	M. Knopf (lettre)
Iéna$_2$.....	0.37, 1,1 E	50.56,15,7	174	9,800362	9,888049	*Astr. Nachr.*, n° 3544
Leipzig.....	0.40,13,0 E	51.20, 5,9	127	9,796633	9,890482	*Astr. Nachr.*, n° 3544
Lyon (équat.)..	0. 9,47,6 E	45.41,38,2	299	9,844945	9,852485	M. Gonnessiat
Nice.....	0,19,51,2 E	43.43,16,9	378	9,859701	9,837330	*Conn. des Temps*
Oxford (Radcl.).	0.14,23,6 O	51.45,36,0	64	9,792582	9,893047	*Berliner Jahrbuch*
Paris.....	0. 0, 0,0	48.50,11,2	59	9,819212	9,874566	*Conn. des Temps*
Vienne	0.56, 5,5 E	48.12,40,0	208	9,824568	9,870370	M. Sterneck (lettre)

48. **Coordonnées géocentriques, parallaxe et demi-diamètre de la Lune employés.** — Aux positions géocentriques α, δ de la Lune interpolées dans la *Connaissance des Temps* nous avons appliqué les corrections empiriques de Newcomb. La parallaxe et le demi-diamètre ont été tirés des mêmes éphémérides, mais nous leur avons fait subir les corrections convenables pour les ramener à correspondre aux constantes

Parallaxe à la distance moyenne.. $\pi_0 = 57'.\ 2'',\ 7$ (Newcomb),
Demi-diamètre..... $r_0 = 15'.32'',59$ (Peters),

que nous avons adoptées et dont nous chercherons les corrections $\Delta\pi_0$, Δr_0.

49. **Positions des étoiles occultées.** — La position moyenne et la grandeur des étoiles occultées ont été extraites de notre *Catalogue des Pléiades*. La *Connaissance des Temps* publiant les réductions au jour pour un certain nombre d'entre elles, le calcul des positions apparentes a été simplifié en étendant par interpolation ces réductions aux autres. Voici ces données :

Séries du 23 juillet et du 13 octobre 1897.

★	α 1897.0.	Réd. au 23 juill.	α app. 23 juill.	Réd. au 13 oct.	α app. 13 oct.	δ 1897.0.	Réd. au 23 juill.	δ app. 23 juill.	Réd. au 13 oct.
	s	s	3h. m s			″	″	+23° ′ ″	″
16 *g*.....	40,75	+2,32	38.43,07	+4,83	45,58	55,4	+10,7	58. 6,1	+19,4
17 *b*.....	45,47	33	47,80	82	50,29	21,9	10,7	47.32,6	19,4
W 72....	59,08	33	39. 1,41	83	3,91	24,7	10,7	56.35,4	19,4
A 1.....	19,17	32	21,49	82	23,99	44,6	10,8	42.55,4	19,4
A 4.....	30,06	32	32,38	82	34,88	47,6	10,6	60.58,2	19,3
A 6.....	33,77	32	36,09	″	″	59,1	10,7	58. 9,8	″
20 *c*.....	41,81	33	44,14	82	46,63	44,9	10,6	62.55,5	19,2
A 7.....	44,59	31	46,90	81	49,40	0,8	10,8	43.11,6	19,3
A 8.....	6,30	32	40. 8,62	81	11,11	28,3	10,7	52.39,0	19,2
A 9.....	8,56	32	10,88	81	13,37	7,3	10,7	52.18,0	19,2
23 *d*.....	12,67	31	14,98	81	17,48	38,5	10,8	37.49,3	19,3
A 10.....	19,63	32	21,95	82	24,45	3,3	10,6	56.13,9	19,2
A 11.....	32,01	32	34,33	″	″	58,8	10,7	47. 9,5	″
A 15.....	9,09	32	41.11,41	81	13,90	33,6	10,7	48.44,3	19,2
A 18.....	11,86	32	14,18	81	16,67	12,6	10,7	49.23,3	19,2
24 *p*. ...	13,59	32	15,91	81	18,40	52,2	10,7	48. 2,9	19,2
A 24.....	21,59	32	23,91	82	26,41	11,4	10,6	58.22,0	19,1
η.....	21,64	31	23,95	81	26,45	11,6	10,7	47.22,3	19,2
A 27.....	5,51	32	42. 7,83	82	10,33	5,1	10,5	60.15,6	19,0
A 29.....	21,94	32	24,26	82	26,76	44,4	10,5	61.54,9	19,0
28 *h*.....	3,44	″	″	82	8,26	18,5	″	″	19,0
A 31.....	8,39	31	43.10,70	83	13,22	52,8	10,6	65. 3,4	18,9
A 32.....	13,37	31	15,68	83	18,20	58,7	10,5	64. 9,2	18,9
A 33.....	17,89	31	20,20	83	22,72	59,5	10,6	56.10,1	18,9
A 37.....	48,21	31	50,52	84	53,05	7,9	10,5	62.18,4	18,8
A 39.....	19,24	+2,32	44.21,56	+4,85	24,09	56,6	+10,4	71. 7,0	+18,8

Série du 3 janvier 1898.

★	α 1898.0.	Réd. au 3 janvier.	α app. 3 janvier.	δ 1898.0	Réd. au 3 janvier.	δ app. 3 janvier.
	s	s	h m s		″	° ′ ″
16 *g*....	44,31	+2,08	3.38.46,39	7,0	+11,2	+23.58.18,2
17 *b*....	44,03	08	51,11	33,5	11,2	47.44,7
W 72...	2,63	08	39. 4,71	35,8	11,2	56.47,0
A 1.....	22,73	08	24,81	55,8	11,2	43. 7,0
A 4.....	33,62	09	35,71	58,9	11,2	1.10,1
20 *c*....	45,37	09	47.46	56,2	11,2	3. 7,4
A 7.....	48,14	08	50,22	12,2	11,2	43.23,4
A 8.....	9,86	09	40.11.95	39,3	11,2	52.50,5
A 9.....	12,11	09	14,20	18,8	11,2	52.30,0
23 *d*...	16,22	08	18,30	50,0	11,1	38. 1,1
A 10....	23,19	09	25,28	14,7	11,1	56.25,8

Série du 3 *janvier* 1898 (suite).

★	α 1898.0.	Réd. au 3 janvier.	α app. 3 janvier.	δ 1898.0	Réd. au 3 janvier.	δ app. 3 janvier.
	s	s	h m s	′	″	° ′ ″
A 11....	35,56	09	3.40.37,65	10,2	11,1	47.21,3
A 13....	0,64	09	41. 2,73	44,2	11,1	40.55,3
A 15....	12,65	09	14,74	45,0	11,1	48.56,1
A 18 ...	15,42	09	17,51	23,9	11,1	49.35,0
24 *p* ...	17,15	09	19.24	3,6	11,1	48.14,7
A 24....	25,15	09	27,24	22,7	11,1	58.33,8
τ.....	25,20	09	27,29	22,9	11,0	47 33,9
A 27....	9,08	10	42.11,18	16,4	11,0	60.27,4
A 29 ...	25,50	10	27,60	55,7	11,0	62. 6,7
27 *f*.....	5,74	10	43. 7,84	29,2	11,0	44.40,2
28 *h*....	7,00	11	9,11	29,7	11,0	49.40,7
A 32....	16,93	11	19.04	9,8	11,0	64.20,8
A 33....	21,45	10	23,55	10,7	10,9	56.21,6
A 37....	51,75	+2,11	3.43.53,86	19,1	+10,9	+23.62.30,0

50. **Équations de condition.** — Nous avons appliqué aux observations énumérées la méthode de réduction exposée (Chap. I, IIIe Partie). Cette méthode ne diffère de celles couramment suivies que par certaines modifications de détail provenant de l'introduction du terme en $\Delta\theta$ dont, excepté à Greenwich pour les occultations isolées (¹), on ne calcule ordinairement pas le coefficient.

Dans les Tableaux suivants nous donnons, pour chacune de nos trois séries, les équations de condition classées suivant l'angle de position (indiqué au $\frac{1}{10}$ de degré près).

(¹) *Greenwich Observations.*

ÉQUATIONS DE CONDITION.

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. ε	Point coïncidant. λ_*	Point coïncidant. β_*	Lieu.
Série I, 23 *juillet* 1897.														
20 *c*....	4,2	IB	12.57.49,0	17,9	$+0,950\,\Delta r_0$	$+0,275\,\Delta\alpha$	$+0,950\,\Delta\delta$	$+0,308\,\Delta\theta$	$-0,412\,\Delta\pi_0 =$	$+1,24$	$-1,2$	$-80,2$	$+57,9$	Ly
16 *g*....	5,8	»	12.29.30,2	20,2	»	+310	+938	+329	−413	+1,80	−0,8	−80,9	+55,5	»
A 4....	7,5	»	12.49.27,4	24,3	»	+371	+910	+356	−327	+2,07	−0,8	−82,1	+51,4	»
17 *b*....	4,0	»	12.15.11,5	67,6	»	+839	+387	+548	−363	+3,51	−0,7	−88,3	+8,6	»
A 24....	7,2	»	13.24.55,6	69,9	»	+853	+346	+510	+412	+3,29	−1,0	−88,5	+6,3	»
A 29....	7,2	»	13.53. 6,6	74,3	»	+874	+274	+488	+475	+5,15	+0,9	−89,0	+2,0	»
A 27....	8,5	»	13.44.57,3	75,5	»	+880	+253	+494	+492	+4,24	−0,0	−89,1	+0,7	»
A 39....	7,8	»	14.52.52,1	75,9	»	+880	+246	+446	+469	+3,96	−0,3	−89,2	+0,6	»
A 31....	7,8	»	14.15.55,2	76,6	»	+884	+235	+472	+499	+4,69	+0,4	−89,2	−0,3	»
A 32....	7,0	»	14.17.52,4	81,3	»	+898	+156	+465	+553	+5,77	+1,5	−89,7	−4,9	»
A 37....	7,8	»	14.35.57,7	99,5	»	+897	−160	+402	+711	+2,93	−1,3	−91,6	−23,0	»
η.....	3,2	»	13.25.39,7	113,7	»	+835	−396	+375	+856	+3,85	+0,4	−93,4	−37,3	»
A 33....	8,3	»	14.23.12,0	116,0	»	+820	−431	+327	+817	+5,24	+1,9	−93,9	−39,4	»
23 *d*....	4,5	»	13. 3.13,8	143,1	»	+551	−793	+170	+910	+1,00	−0,8	−102,0	−66,4	»
23 *d*....	4,5	KO	13.21.22,2	180,1	»	+003	−995	−165	+618	+0,15	+0,9	+112,4	−75,0	»
A 33....	8,3	»	15. 8, 1,4	203,3	»	−356	−912	−305	+223	+2,26	−0,1	+98,3	−52,8	»
η.....	3,2	»	14. 9.25,3	207,7	»	−420	−881	−354	+197	−1,99	+0,4	+97,2	−48,3	»
24 *p*....	6,7	»	14. 8.22,4	213,8	»	−503	−828	−386	+107	−3,77	−1,1	+96,0	−42,3	»
A 15....	9,0	»	14. 8,15,6	218,5	»	−563	−780	−408	+037	−3,35	−0,4	+95,2	−37,6	»
A 37....	7,8	»	15.33,41,1	219,5	»	−575	−766	−372	+008	−3,39	−0,5	+95,0	−36,9	»
A 18....	8,6	»	14.10.25,8	220,4	»	−586	−760	−412	+009	−3,70	−0,7	+94,9	−35,8	»
A 7.....	8,1	»	13.29. 2,8	223,5	»	−623	−725	−449	−014	−3,24	−0,1	+94,5	−32,6	»
A 11....	9,6	»	13.52.18,8	224,5	»	−635	−713	−440	−045	−3,29	−0,1	+94,3	−31,6	»
A 1.....	8,3	»	13.19.33,6	230,3	»	−698	−640	−479	−114	−2,35	+1,0	+93,6	−25,8	»

ÉQUATIONS DE CONDITION.

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. p.	Équations de condition.						Rés. ε	Point coïncidant. λ_*	Point coïncidant. β_*	Lieu.
					Série I, 23 *juillet* 1897 (suite).									
A 32....	7,0	»	15.21.55,1	238,2	$+950\,\Delta r_0$	$-771\,\Delta\alpha$	$-525\,\Delta\delta$	$-425\,\Delta\theta$	$-237\,\Delta\pi_0$	$=-2,67$	+0,8	+ 92,4	— 18,2	Ly
A 31....	7,8	»	15.20.37,4	243,0	»	—808	—454	—429	—296	—3,32	+0,3	+ 92,1	— 13,4	»
A 27....	8,5	»	14.46.55,6	245,1	»	—823	—422	—453	—342	—2,70	+0,9	+ 91,9	— 11,3	»
A 9.....	8,3	»	13.48.35,5	251,0	»	—859	—329	—492	—432	—4,02	—0,3	+ 91,4	— 5,3	»
A 24....	7,2	»	14.25.18,2	251,5	»	—861	—320	—470	—432	—4,07	—0,4	+ 91,3	— 4,5	»
A 8.....	7,8	»	13.47.48,4	252,8	»	—868	—298	—492	—457	—4,45	—0,8	+ 91,2	— 3,4	»
16 *g*....	5,8	»	13. 9.59,0	257,2	»	—887	—225	—516	—508	—4,92	—1,2	+ 90,8	+ 1,0	»
A 10....	7,5	»	13.55.28,2	262,2	»	—901	—140	—480	—572	—3,93	—0,3	+ 90,3	+ 5,9	»
A 6.....	9,7	»	13.32.36,0	284,3	»	—883	+241	—446	—793	—2,54	+0,6	+ 87,9	+ 27,9	»
W 72...	9,0	»	13.15.27,7	289,3	»	—861	+324	—408	—834	—2,06	+0,9	+ 87,2	+ 32,9	»
A 4.....	7,5	»	13.27.54,0	299,2	»	—796	+481	—339	—878	—1,22	+1,3	+ 85,6	+ 42,8	»
20 *c*....	4,2	»	13.31.40,1	305,4	+950	—744	+572	—294	—893	—2,74	—0,5	+ 84,4	+ 48,9	»
					Série II, 13 *octobre* 1897.									
16 *g*....	5,8	IB	12.25. 8,8	12,6	+948	+197	+963	+188	—304	=+4,89	+2,8	— 78,7	+ 62,8	»
20 *c*....	4,2	»	13. 6.47,0	13,1	»	+205	+960	+176	—312	+1,63	—0,5	— 78,9	+ 62,4	»
17 *b*....	4,0	»	11.59.35,3	60,6	»	+787	+184	+356	+093	—3,22	—1,0	— 87,9	+ 15,3	»
A 24....	7,2	»	13.44.50,7	66,6	»	+826	+392	+326	—100	—6,20	+1,9	— 88,8	+ 9,6	»
24 *p*....	6,7	»	13.36.48,1	103,6	»	+876	—232	+285	+144	+3,68	—0,2	— 92,6	— 27,4	»
η.....	3,2	»	13.43.43,9	109,0	»	+852	—321	+267	+155	+3,05	—0,6	— 93,3	— 32,7	»
28 *h*....	5,4	»	15. 3.51,3	130,9	»	+681	—645	+195	+100	+0,49	—2,1	— 97,8	— 54,2	»
23 *d*....	4,5	EO	13.46.40,6	189,7	»	—153	—971	—148	+337	—1,28	+0,5	+102,7	— 65,8	»
28 *h* ...	4,5	»	15.56.55,4	206,1	»	—396	—886	—200	+481	—2,62	+0,0	+ 96,4	— 50,0	»

ÉQUATIONS DE CONDITION.

Série II, 13 *octobre* 1897 (suite).

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. ε.	Point coïncidant. λ_*	Point coïncidant. β_*	Lieu.
					o,	o,	o,	o,	o,					
η.....	3,2	EO	14.56.49,8	220,2	+948 Δr_0	−582 $\Delta\alpha$	−753 $\Delta\delta$	−264 $\Delta\theta$	+374 $\Delta\pi_0$	= −3,95	−0,6	+ 94°,1	− 35°,9	Ly
24*p*....	6,7	»	14.54. 8,1	225,1	»	−638	−696	−280	+358	−4,16	−0,6	+ 93,4	− 31,0	»
A. 7...	8,1	»	13.53.12,6	227,9	»	−669	−660	−297	+220	−2,77	+0,9	+ 93,2	− 28,1	»
A. 18...	8,6	»	14.56.13,8	231,3	»	−704	−616	−297	+345	−2,87	+0,9	+ 92,6	− 24,8	»
A. 1...	8,3	»	13.38.16,8	233,9	»	−728	−581	−312	+158	−3,66	+0,2	+ 92,6	− 22,1	»
A. 33...	8,3	»	16.23.16,8	236,6	»	−753	−543	−318	+535	−1,95	+2,0	+ 91,7	− 19,7	»
A. 9...	8,3	»	14.20.36,1	256,6	»	−876	−228	−326	+137	−5,20	−1,0	+ 90,1	+ 0,4	»
A. 37...	7,8	»	16.48. 7,1	257,2	»	−880	−219	−357	+515	−5,96	−1,8	+ 89,6	+ 0,7	»
A. 8...	7,8	»	14.19.20,0	258,4	»	−882	−199	−327	+124	−5,09	−0,9	+ 89,9	+ 2,2	»
17*b*.....	4,0	»	13.22 38,2	260,2	»	−888	−168	−330	−042	−5,34	−1,2	+ 89,9	+ 4,1	»
A. 27...	8,5	»	15.42.22,3	263,4	»	−895	−114	−337	+321	−3,90	+0,2	+ 89,2	+ 7,0	»
A. 24...	7,2	»	15.12.33,0	263,9	»	−896	−104	−328	+238	−3,84	+0,3	+ 89,2	+ 7,6	»
A. 29...	7,2	»	15.53.32,1	267,1	»	−900	−050	−336	+326	−4,32	−0,2	+ 88,7	+ 10,6	»
A. 32...	7,0	»	16.27. 8,8	268,4	»	−901	−044	−348	+405	−4,44	−0,4	+ 88,5	+ 11,9	»
A. 10...	7,6	»	14.29.41,0	268,8	»	−901	−020	−318	+092	−4,23	−0,2	+ 88,9	+ 12,6	»
A. 31...	7,8	»	16.24. 2,7	272,4	»	−901	+042	−344	+363	−1,92	+2,0	+ 88,2	+ 15,9	»
A. 39...	7,8	»	17. 6.16,7	288,7	»	−855	+316	−332	+309	−3,11	+0,3	+ 86,1	+ 31,9	»
W. 72...	9,0	»	13.29.29,0	292,8	»	−831	+382	−252	−212	−1,58	+1,7	+ 86,2	+ 36,5	»
16*g*....	5,8	»	13. 9.52,5	309,2	»	−699	+623	−180	−330	−2,99	−0,6	+ 83,1	+ 52,7	»
20*c*.....	4,2	»	13.51.25,8	311,6	+948	−673	+655	−174	−247	= −3,97	−1,7	+ 82,2	+ 55,1	»

ÉQUATIONS DE CONDITION.

Série III, 3 *janvier* 1898.

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. t	Point coïncidant. λ_*	Point coïncidant. β_*	Lieu.
					0,	0,	0,	0,	0,					
20 *c*....	4,2	IO	8.47.37,1	344,3	+948 Δr_0	−243 $\Delta\alpha_0$	+949 $\Delta\delta$	−002 $\Delta\theta$	−376 $\Delta\pi_0$	= +0',30	+0,3	+ 19°,3	+ 84°,3	P
20 *c*....	4,2	»	8.47.41,4	359,7	»	−005	+986	+079	−403	+2,31	+0,8	− 66,5	+ 75,3	H
16 *g*....	5,8	»	7.52.45,0	1,2	»	+019	+986	+111	−397	+2,32	+0,7	− 68,4	+ 73,8	P
20 *c*....	4,2	»	8.22.50,3	22,0	»	+337	+914	+205	−306	+3,99	+0,5	− 80,1	+ 53,6	Ly
16 *g*....	5,8	»	7.38. 9,7	24,4	»	+372	+897	+228	−255	+3,31	−0,4	− 80,6	+ 51,2	»
A. 4....	7,5	»	8. 9.59,8	28,2	»	+427	+869	+234	−271	+2,92	−1,1	− 81,5	+ 47,4	»
16 *g*....	5,8	»	7.34.22,0	35,8	»	+527	+800	+267	−174	+3,39	−1,1	− 82,8	+ 39,8	N
A. 10...	7,6	»	8.28.43,2	36,6	»	+537	+793	+278	−304	+3,92	−0,6	− 83,0	+ 39,2	O
W. 72...	9,0	»	7.41.27,8	38,3	»	+558	+774	+279	−184	+3,84	−0,8	− 83,2	+ 37,4	Ly
A. 10...	7,6	»	8.29.29,5	38,6	»	+562	+771	+282	−300	+7,45	+2,8	− 83,5	+ 37,2	Gr
A. 4...	7,5	»	8. 7.31,4	39,1	»	+569	+764	+269	−210	+2,89	−1,8	− 83,4	+ 36,6	N
A. 29...	7,2	»	9.47.35,7	45,2	»	+640	+695	+291	−398	+4,66	−0,4	− 84,6	+ 30,8	Gr
17 *b*.....	4,0	»	7.21.56,7	45,2	»	+641	+695	+326	−154	+3,05	−2,0	− 84,2	+ 30,5	O
A. 32...	7,0	»	10.20.58,6	45,9	»	+647	+685	+294	−457	+4,28	−0,8	− 84,8	+ 30,1	Gr
A. 24...	7,2	»	9. 6.42,8	46,3	»	+652	+682	+300	−318	+4,75	−0,4	− 84,6	+ 29,6	»
17 *b*....	4,0	»	7.22.29,4	47,3	»	+664	+670	+329	−140	+5,09	−0,1	− 84,3	+ 28,4	»
A. 8...	7,8	»	8.13.20,2	48,1	»	+671	+658	+318	−207	+4,79	−0,4	− 84,6	+ 27,7	O
A. 27...	8,5	»	9.34.50,5	48,6	»	+676	+652	+303	−359	+4,96	−0,3	− 85,0	+ 27,3	Gr
A. 10...	7,6	»	8.26.50,5	50,1	»	+692	+632	+309	−213	+4,83	−0,5	− 84,9	+ 25,8	P
A. 9...	8,3	»	8.13.49,7	50,1	»	+692	+632	+323	−187	+5,10	−0,2	− 84,9	+ 25,7	O
A. 9...	8,3	»	8.14.53,9	52,1	»	+713	+605	+327	−187	+5,23	−0,2	− 85,1	+ 23,7	Gr
17 *b*.....	4,0	»	7.34.27,6	56,7	»	+755	+541	+333	−156	+5,70	+0,1	− 85,6	+ 19,0	Go
A. 24...	7,2	»	9. 6.10,3	56,9	»	+755	+538	+317	−259	+5,26	−0,3	− 85,8	+ 19,0	P
17 *b*.....	4,0	»	7.19.33,4	57,4	»	+760	+532	+342	−033	+5,70	+0,1	− 85,5	+ 18,3	P
17 *b*.....	4,0	»	7.37.34,1	59,3	»	+776	+504	+336	−163	+6,47	+0,8	− 85,9	+ 16,5	Le
17 *b*.....	4,0	»	7.35.49,1	59,9	»	+782	+494	+336	−144	+6,36	+0,7	− 85,9	+ 15,9	I_2
17 *b*.....	4,0	»	7.35.48,5	59,9	»	+782	+494	+336	−143	+6,07	+0,4	− 85,9	+ 15,8	I_1

ÉQUATIONS DE CONDITION.

Série III, 3 *janvier* 1898 (suite).

☆	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	Δ. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. ε.	Point coïncidant. λ_*	β_*	Lieu.
					o,	o,	o,	o,	o,					
17 *b*....	4,0	IO	7.29.15,9	62,1	+948 Δr_0	+798 $\Delta\alpha$	+461 $\Delta\delta$	+339 $\Delta\theta$	−075 $\Delta\pi_0$	= +7°,04	+1,3	− 86°,1	+ 13°,7	H
A. 10...	7,6	»	8.25.42,2	62,4	»	+798	+456	+321	−134	+5,96	+0,2	− 86,2	+ 13,4	Ly
A. 32...	7,0	»	10.24.52,6	67,3	»	+832	+381	+328	−414	+6,01	+0,1	− 87,1	+ 8,9	»
A. 29...	7,2	»	9.49.51,3	67,4	»	+832	+379	+322	−324	+6,24	+0,4	− 87,0	+ 8,7	»
A. 24...	7,2	»	9. 7.18,8	68,8	»	+840	+356	+323	−207	+6,37	+0,5	− 87,0	+ 7,2	»
17 *b*....	4,0	»	7.17.37,8	68,9	»	+841	+355	+342	+071	+6,15	+0,3	− 86,6	+ 6,9	»
A. 27...	8,5	»	9.37.33,0	70,6	»	+849	+327	+326	−278	+6,57	+0,7	− 87,3	+ 5,5	»
A. 1 ..	8,3	»	7.33.23,9	72,0	»	+859	+305	+361	+062	+6,33	+0,4	− 87,0	+ 3,9	O
A. 8...	7,8	»	8.13.10,3	72,3	»	+859	+299	+329	−045	+6,94	+1,0	− 87,1	+ 3,6	Ly
A. 1...	8,3	»	7.34.44,3	74,0	»	+869	+272	+359	+068	+6,61	+0,7	− 87,2	+ 1,9	Gr
A. 9...	8,3	»	8.14.22,0	74,1	»	+867	+270	+329	−036	+6,38	+0,4	− 87,3	+ 1,8	Ly
A. 7...	8,1	»	7.48.53,2	78,3	»	+885	+200	+342	+082	+4,31	−1,6	− 87,6	+ 2,3	O
A. 18...	8,6	»	8.48.49,5	78,4	»	+883	+198	+343	−069	+6,37	+0,4	− 87,8	+ 2,4	Gr
A. 33...	8,3	»	10.12.39,9	78,5	»	+883	+198	+346	−273	+6,27	+0,3	− 88,1	− 2,3	»
A. 37...	7,8	»	10.45.20,8	79,2	»	+885	+185	+342	−410	+6,42	+0,5	− 88,3	− 2,9	Ly
A. 7...	8,1	»	7.50.30,6	79,7	»	+889	+176	+351	+080	+5,58	−0,4	− 87,8	− 3,8	Gr
A. 15...	9,0	»	8.46.43,9	80,2	»	+889	+168	+343	−051	+5,96	+0,0	− 88,0	− 4,2	»
24 *p*....	6,7	»	8.47.18,8	82,2	»	+893	+134	+344	−025	+7,05	+1,1	− 88,2	− 6,2	O
A. 1....	8,3	»	7.35.29,2	83,6	»	+897	+109	+342	+138	+5,84	−0,1	− 88,1	− 7,7	P
24 *p*....	6,7	»	8.49.21,4	83,9	»	+897	+105	+341	−029	+6,32	+0,4	− 88,4	− 7,9	Gr
η.....	3,2	»	8.52.19,8	86,5	»	+902	+060	+339	−005	+7,72	+1,8	− 88,6	− 10,4	O
A. 11...	9,6	»	8.24.50,8	87,1	»	+002	+050	+329	+037	+6,08	+0,2	− 88,6	− 11,1	P
η.....	3,2	»	8.54.32,1	88,4	»	+902	+027	+336	−008	+5,83	−0,0	− 88,8	− 12,4	Gr
η.....	3,2	»	9.11.45,5	92,5	»	+902	−042	+335	−122	+4,71	−1,1	− 89,4	− 16,4	Go
η.....	3,2	»	9.14.57,3	94,8	»	+900	−083	+330	−131	+4,84	−0,9	− 89,6	− 18,7	I_2
η.....	3,2	»	9.14.58,7	94,9	»	+899	−084	+330	−129	+4,45	−1,3	− 89,6	− 18,8	I_1

ÉQUATIONS DE CONDITION.

Série III, 3 *janvier* 1898 (suite).

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. ε.	Point coïncidant. λ*	Point coïncidant. β*	Lieu.
					0,	0,	0,	0,	0,					
24*p*....	6,7	»	9. 5.20,5	95,2	+948 Δr_0	+897 $\Delta\alpha$	−089 $\Delta\delta$	+320 $\Delta\theta$	−081 $\Delta\pi_0$	= +4″,82	−0,9	− 89°,6	− 19°,1	H
η.....	3,2	»	8.59.26,3	98,5	»	+891	−145	+308	+024	+4,88	−0,7	− 89,9	− 22,3	P
η.....	3,2	»	9.11.12,4	99,4	»	+889	−162	+314	−064	+5,18	−0,4	− 90,1	− 23,3	H
28*h*....	5,4	»	10. 0.49,3	100,3	»	+887	−175	+320	−066	+5,13	−0,4	− 90,2	− 24,0	O
A. 18...	8,6	»	8.58.13,3	100,7	»	+885	−183	+294	+003	+5,31	−0,2	− 90,2	− 24,6	Ly
24*p*....	6,7	»	9.20.17,4	101,1	»	+885	−190	+317	−158	+4,81	−0,7	− 90,4	− 25,0	V
28*h*....	5,4	»	10. 3.13,7	101,5	»	+883	−197	+317	−075	+5,55	+0,1	− 90,5	− 25,3	Gr
A. 7....	8,1	»	7.56.51,7	102,4	»	+881	−211	+288	+182	+5,23	−0,2	− 90,2	− 26,4	Ly
η.....	3,2	»	9.26.17,4	105,2	»	+871	−258	+308	−141	+6,29	+0,9	− 90,9	− 29,0	V
23*d*....	4,5	»	8. 8.12,6	106,5	»	+867	−280	+285	+250	+6,12	+0,8	− 90,6	− 30,4	O
24*p*....	6,7	»	9. 0.35,3	106,8	»	+863	−286	+278	+034	+5,67	+0,5	− 90,9	− 30,7	Ly
28*h*....	5,4	»	10.22.33,5	107,4	»	+863	−295	+322	−173	+6,37	+1,1	− 91,3	− 31,1	I_1
23*d*....	4,5	»	8.10.47,7	108,8	»	+855	−318	+285	+246	+4,81	−0,4	− 91,0	− 32,7	Gr
A. 13...	8,6	»	8.40.30,4	108,9	»	+853	−320	+285	+176	+4,98	−0,2	− 91,1	− 32,8	»
28*h*....	5,4	»	10.20.30,6	109,5	»	+851	−329	+306	−141	+4,85	−0,3	− 91,6	− 33,2	H
28*h*....	5,4	»	10.11. 8,7	111,8	»	+838	−367	+285	−052	+6,46	+1,4	− 91,8	− 35,5	P
η.....	3,2	»	9. 7.33,4	111,8	»	+838	−366	+264	+046	+6,53	+0,5	− 91,6	− 35,6	Ly
23*d*....	4,5	»	8.30.31,6	117,0	»	+805	−448	+258	+123	+4,71	−0,2	− 92,3	− 40,8	Go
23*d*....	4,5	»	8.34.53,0	120,6	»	+776	−502	+243	+157	+4,85	+0,4	− 93,0	− 44,5	I_2
23*d*....	4,5	»	8.34.54,3	120,7	»	+776	−504	+243	+158	+4,54	+0,1	− 93,0	− 44,5	I_1
23*d*....	4,5	»	8.18.30,4	122,0	»	+766	−522	+225	+270	+3,66	−0,7	− 93,1	− 45,8	P
27*f*....	3,9	»	10. 6. 8,5	122,6	»	+760	−531	+246	+103	+4,22	−0,1	− 93,5	− 46,1	O
27*f*....	3,9	»	10. 9. 8,0	124,2	»	+746	−555	+240	+099	+2,93	−1,3	− 93,9	− 49,8	Gr
28*h*....	5,4	»	10.23.21,0	125,9	»	+731	−578	+234	−020	+2,28	−1,2	− 94,4	− 47,8	Ly
23*d*....	5,4	»	8.32.20,9	126,0	»	+729	−579	+213	+208	+2,29	−1,8	− 94,1	− 49,4	H
27*f*....	3,9	»	10.29.29,9	134,6	»	+643	−694	+210	+077	+3,38	−0,1	− 96.8	− 58,0	»

ÉQUATIONS DE CONDITION.

Série III, 3 *janvier* 1898 (fin).

★	g.	Ph.	T. moy. de Paris.	A. de posit. P.	Équations de condition.						Rés. ε.	Point coïncidant. λ_*	Point coïncidant. β_*	Lieu.
					0,	0,	0,	0,	0,					
27*f*....	3,9	EB	10.22.14,3	138,9	+948 Δr_0	+593 $\Delta\alpha$	−745 $\Delta\delta$	+174 $\Delta\theta$	+149 $\Delta\pi_0$	= +4",32	+1,2	− 98°,3	− 62°,2	P
23*d*....	4,5	»	8.54.14,9	139,9	»	+581	−755	+157	+187	+2,86	−0,1	− 98,8	− 63,3	V
23*d*....	4,5	»	8.36. 0,2	145,8	»	+507	−815	+104	+284	+3,36	+0,9	−102,2	− 69,2	Ly
27*f*....	3,9	»	11. 5.44,8	201,7	»	−334	−916	−180	+530	−3,02	−0,3	+ 99,5	− 54,2	P
23*d*....	4,5	»	9.28.11,4	206,9	»	−408	−879	−213	+446	−2,86	+0,2	+ 98,4	− 48,9	H
23*d*....	4,5	»	9.16.58,3	207,1	»	−411	−877	−219	+387	−3,80	−0,7	+ 98,5	− 48,7	P
23*d*....	4,5	»	9.36.34,5	214,1	»	−506	−817	−248	+487	−2,01	+1,6	+ 97,0	− 41,8	I_2
27*f*....	3,9	»	11. 8.13,1	215,5	»	−525	−804	−254	+561	−0,74	+3,0	+ 96,5	− 40,5	Gr
28*h*....	5,4	»	11.23.20,8	217,3	»	−547	−787	−250	+586	−4,63	−0,8	+ 96,3	− 38,8	Ly
23*d*....	4,5	»	9.20.24,7	220,2	»	−583	−753	−278	+369	−4,82	−0,8	+ 96,2	− 35,6	Gr
23*d*....	4,5	»	9.19.15,1	222,1	»	−605	−731	−286	+354	−4,17	−0,0	+ 95,9	− 33,8	O
η.....	3,2	»	10.20.41,0	223,7	»	−622	−713	−272	+463	−6,04	−1,7	+ 95,5	− 32,4	Ly
24*p*....	6,7	»	10.17.46,6	228,2	»	−673	−656	−286	+451	−4,84	−0,4	+ 94,9	− 27,8	»
η.....	3,2	»	10.19.52,7	236,2	»	−750	−550	−317	+429	−5,36	−0,6	+ 94,0	− 19,9	P
η.....	3,2	»	10.17.27,8	245,7	»	−822	−406	−339	+364	−4,83	+0,2	+ 93,1	− 10,4	Gr
η.....	3,2	»	10.15 38,6	246,8	»	−830	−388	−342	+343	−3,49	+1,7	+ 93,0	− 9,3	O
17*b*....	4,0	»	8.44.57,0	256,4	»	−877	−232	−324	+104	−6,83	−1,7	+ 92,4	+ 0,4	Ly
A. 24...	7,2	»	10.34. 4,9	268,1	»	−902	−033	−337	+330	−5,64	−0,5	+ 90,8	+ 11,9	»
17*b*....	4,0	»	8.41.16,1	268,4	»	−902	−027	−327	−003	−7,20	−2,1	+ 91,2	+ 12,4	P
17*b*....	4,0	»	8.57.53,4	270,8	»	−902	+014	−333	+120	−2,60	+2,4	+ 90,8	+ 14,7	I_2
17*b*....	4,0	»	8.36.52,9	279,0	»	−891	+154	−314	−114	−6,05	−1,2	+ 90,2	+ 22,9	Gr
17*b*....	4,0	»	8.34.40,5	280,7	»	−887	+184	−310	−145	−1,79	+2,9	+ 90,0	+ 24,6	O
20*c*.....	4,2	»	9.16. 5,4	308,7	»	−703	+615	−200	−130	−4,49	−1,4	+ 85,1	+ 52,3	Ly
16*g*....	5,8	»	8.19. 5,8	325,3	»	−513	+811	−105	−365	−0,73	+1,0	+ 78,4	+ 68,7	P
20*c*.....	4,2	»	9. 6.46,4	334,3	»	−393	+887	−074	−312	−0,58	+0,4	+ 67,9	+ 77,1	H
20*c*.....	4,2	»	8.47.52,2	344,0	+948	−248	+949	−004	−376	+0,30	+0,3	+ 22,5	+ 84,2	P

51. Équations normales. Poids adoptés suivant l'éclairement du bord. — Ces équations de conditions ont été traitées par la méthode des moindres carrés. Voici les groupes d'équations normales que nous avons obtenus :

I. — *Série du* 23 *juillet* 1897.

14 immersions, bord brillant.	$+12,64\,\Delta r_0$	$+9,66\,\Delta\alpha$	$+2,77\,\Delta\delta$	$+5,14\,\Delta\pi_0$	$=+46,30$	$-5,41\,\Delta\theta_{IB}$
	$+9,66$	$+8,12$	$+1,27$	$+4,93$	$+37,95$	$-4,34$
	$+2,77$	$+1,27$	$+4,16$	$-1,75$	$+7,70$	$-1,38$
	$+5,14$	$+4,93$	$-1,75$	$+4,65$	$+23,20$	$-2,23$
22 émersions, bord obscur.	$+19,86\,\Delta r_0$	$-14,27\,\Delta\alpha$	$-8,64\,\Delta\delta$	$-5,37\,\Delta\pi_0$	$=-62,54$	$+8,56\,\Delta\theta_{EO}$
	$-14,27$	$+11,29$	$+4,75$	$+5,46$	$+47,99$	$-6,46$
	$-8,64$	$+4,75$	$+8,25$	$-1,39$	$+27,24$	$-3,61$
	$-5,37$	$+5,46$	$-1,39$	$+4,84$	$+20,48$	$-2,59$

II. — *Série du* 13 *octobre* 1897.

7 immersions, bord brillant.	$+6,29\,\Delta r_0$	$+4,21\,\Delta\alpha$	$+1,51\,\Delta\delta$	$-0,22\,\Delta\pi_0$	$=+21,96$	$-1,73\,\Delta\theta_{IB}$
	$+4,21$	$+3,34$	$+0,18$	$+0,19$	$+15,09$	$-1,26$
	$+1,51$	$+0,18$	$+2,79$	$-0,13$	$+8,11$	$-0,36$
	$-0,22$	$+0,19$	$-0,13$	$+0,26$	$-1,20$	$+0,01$
22 émersions, bord obscur.	$+19,77\,\Delta r_0$	$-15,74\,\Delta\alpha$	$-4,58\,\Delta\delta$	$+4,75\,\Delta\pi_0$	$=-75,03$	$+6,09\,\Delta\theta_{EO}$
	$-15,74$	$+13,27$	$+2,61$	$-3,50$	$+62,31$	$-5,07$
	$-4,58$	$+2,61$	$+5,48$	$-2,60$	$+15,85$	$-1,42$
	$+4,75$	$-3,50$	$-2,60$	$+2,26$	$-16,30$	$+1,55$

III. — *Série du* 3 *janvier* 1898.

82 immersions, bord obscur.	$+73,69\,\Delta r_0$	$+57,66\,\Delta\alpha$	$+12,40\,\Delta\delta$	$-6,75\,\Delta\pi_0$	$=+392,19$	$-22,53\,\Delta\theta_{IO}$
	$+57,66$	$+48,68$	$+5,66$	$-3,97$	$+324,08$	$-18,56$
	$+12,40$	$+5,66$	$+21,58$	$-6,76$	$+64,13$	$-4,00$
	$-6,75$	$-3,97$	$-6,76$	$+3,37$	$-34,91$	$+2,08$
23 émersions, bord brillant.	$+20,67\,\Delta r_0$	$-14,06\,\Delta\alpha$	$-5,65\,\Delta\delta$	$+4,63\,\Delta\pi_0$	$=-81,74$	$+5,51\,\Delta\theta_{EB}$
	$-14,06$	$+10,47$	$+3,64$	$-3,08$	$+61,51$	$-4,09$
	$-5,65$	$+3,64$	$+9,81$	$-5,29$	$+31,99$	$-2,09$
	$+4,63$	$-3,08$	$-5,29$	$+3,19$	$-22,92$	$+1,54$

D'après une remarque faite (17), il est important de rechercher le poids relatif à attribuer aux occultations observées sur chaque bord. Nous avons fait reposer cette évaluation sur un calcul provisoire des résidus au moyen d'une première approximation des inconnues dans laquelle on a conservé le même poids

à toutes les équations ; on a trouvé ainsi, n désignant le nombre d'observations :

Série.	IB. $\Sigma\varepsilon^2$.	IB. n.	EO. $\Sigma\varepsilon^2$.	EO. n.	IO. $\Sigma\varepsilon^2$.	IO. n.	EB. $\Sigma\varepsilon^2$.	EB. n.
	"		"		"		"	
I.....	±13,3	14	± 7,5	22	»	»	»	»
II.....	±16,4	7	±16,8	22	»	»	»	»
III.....	»	»	»	»	±61,8	82	±43,5	23
Total.	±29,7	21	±24,3	44	±61,8	82	±43,5	23

Dans une même série, on peut prendre pour *unité de poids* celui des observations par bord obscur et calculer le poids p correspondant au bord brillant. En procédant ainsi, les données précédentes fournissent, d'après la théorie des erreurs,

$$\text{EO}\ldots\ldots\ p = 1 \qquad \text{IB}\ldots\ldots\ p = \frac{24,3}{29,7} \times \frac{21}{44} = 0,390$$

$$\text{IO}\ldots\ldots\ p = 1 \qquad \text{EB}\ldots\ldots\ p = \frac{61,8}{43,5} \times \frac{23}{82} = 0,398$$

c'est-à-dire $p = 0,4$ environ ; dans une même série, nous combinerons donc les équations normales relatives aux deux bords en adoptant les poids suivants :

Bord obscur (O)..... $p = 1,0$
Bord brillant (B)..... $p = 0,4$

On obtient ainsi :

Équations normales.

$$\text{I.}\quad \begin{cases} +24,92\,\Delta r_0 - 10,41\,\Delta\alpha - 7,53\,\Delta\delta - 3,31\,\Delta\pi_0 = -44,02 - 2,16\,\Delta\theta_{IB} + 8,56\,\Delta\theta_{EO} \\ -10,41 \quad +14,54 \quad +5,26 \quad +7,43 \quad +63,65 - 1,74 \quad -6,46 \\ -7,53 \quad +5,26 \quad +9,91 \quad -2,09 \quad +30,32 - 0,55 \quad -3,61 \\ -3,31 \quad +7,43 \quad -2,09 \quad +6,70 \quad +29,76 - 0,89 \quad -2,59 \end{cases}$$

$$\text{II.}\quad \begin{cases} +22,29\,\Delta r_0 - 14,06\,\Delta\alpha - 3,98\,\Delta\delta + 4,66\,\Delta\pi_0 = -66,25 - 0,69\,\Delta\theta_{IB} + 6,09\,\Delta\theta_{EO} \\ -14,06 \quad +14,61 \quad +2,68 \quad -3,42 \quad +68,35 - 0,50 \quad -5,07 \\ -3,98 \quad +2,68 \quad +6,60 \quad -2,65 \quad +19,09 - 0,14 \quad -1,42 \\ +4,66 \quad -3,42 \quad -2,65 \quad +2,36 \quad -16,78 \quad 0,00 \quad +1,55 \end{cases}$$

$$\text{III.}\quad \begin{cases} +81,96\,\Delta r_0 + 52,04\,\Delta\alpha + 10,14\,\Delta\delta - 4,90\,\Delta\pi_0 = +359,49 - 22,53\,\Delta\theta_{IO} + 2,20\,\Delta\theta_{EB} \\ +52,04 \quad +52,87 \quad +7,12 \quad -5,20 \quad +348,68 - 18,56 \quad -1,64 \\ +10,04 \quad +7,12 \quad +25,50 \quad -8,88 \quad +76,93 - 4,00 \quad -0,84 \\ -4,90 \quad -5,20 \quad -8,88 \quad +4,65 \quad -44,08 + 2,08 \quad +0,62 \end{cases}$$

52. Résultats. Demi-diamètre, parallaxe et positions de la Lune. — La résolution de ces équations nous a donné :

1° *La parallaxe étant laissée indéterminée.*

		Erreur moyenne e.	Coeffic.
I.	$\Delta r_0 = +0'',318 + 0,016\Delta\pi_0'' - 0,214\Delta\theta''_{IB} + 0,213\Delta\theta''_{EO}$	$e_0\sqrt{0,0579} = \pm 0,171$	17,3
I.	$\Delta r_0 = +0,122 - 0,107\Delta\pi_0 - 0,140\Delta\theta_{IB} + 0,130\Delta\theta_{EO}$	$e_0\sqrt{0,1184} = \pm 0,373$	8,5
.	$\Delta r_0 = +0,410 - 0,042\Delta\pi_0 - 0,135\Delta\theta_{IO} + 0,129\Delta\theta_{EB}$	$e_0\sqrt{0,0330} = \pm 0,157$	30,3
.	$\Delta\alpha = +4,221 - 0,718\Delta\pi_0 - 0,240\Delta\theta_{IB} - 0,271\Delta\theta_{EO}$	$e_0\sqrt{0,0987} = \pm 0,223$	»
	$\Delta\delta = +1,064 + 0,604\Delta\pi_0 - 0,090\Delta\theta_{IB} - 0,058\Delta\theta_{EB}$	$e_0\sqrt{0,1391} = \pm 0,265$	»
.	$\Delta\alpha = +4,594 + 0,075\Delta\pi_0 - 0,162\Delta\theta_{IB} - 0,213\Delta\theta_{EO}$	$e_0\sqrt{0,1744} = \pm 0,456$	»
	$\Delta\delta = +1,101 + 0,308\Delta\pi_0 - 0,039\Delta\theta_{IB} - 0,049\Delta\theta_{EO}$	$e_0\sqrt{0,1702} = \pm 0,450$	»
.	$\Delta\alpha = +6,034 + 0,094\Delta\pi_0 - 0,213\Delta\theta_{IO} - 0,152\Delta\theta_{EB}$	$e_0\sqrt{0,0504} = \pm 0,196$	»
	$\Delta\delta = +1,169 + 0,338\Delta\pi_0 - 0,044\Delta\theta_{IO} - 0,042\Delta\theta_{EB}$	$e_0\sqrt{0,0413} = \pm 0,177$	»

2° *Valeurs de la parallaxe, les quatre inconnues étant séparées.*

.	$+0,06\Delta\pi_0 = +1,67$		0,1
.	$+0,78\Delta\pi_0 = +1,28$		0,8
.	$+1,37\Delta\pi_0 = -0,31$		1,4
II, III.	$\Delta\pi_0 = +1,19$	$e_0\sqrt{0,4320} = \pm 0,588$	2,2

Nous remarquerons ici que les termes en $\Delta\theta$ disparaissent ou deviennent insensibles dans la détermination distincte de la parallaxe. A cet égard les résultats de la série I paraissent indéterminés à cause de la petitesse 0,06 du coefficient de $\Delta\pi_0$.

53. Résidus. Coordonnées sélénographiques du point coïncidant. — Avec les valeurs Δr_0, $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ calculées et en supposant les corrections $\Delta\pi_0$, $\Delta\theta$ négligeables, nous avons formé les résidus des équations de condition, et nous les avons inscrits au Tableau (p. 110 et suiv.) en ne conservant que le dixième de seconde (donner le centième est absolument illusoire vu les erreurs accidentelles que ces nombres comportent).

En vue de l'utilisation ultérieure de ces résidus pour l'étude

physique du contour de la Lune, nous donnons en regard la longitude et la latitude sélénographiques $\lambda_* \beta_*$ du point coïncidant, calculées au dixième de degré d'après la méthode exposée précédemment.

54. **Erreurs moyennes. Vérification a posteriori des poids adoptés.** — Au moyen des résidus ε, on a calculé l'erreur moyenne e_0 de l'unité de poids : $e_0 = \sqrt{\frac{\Sigma p \varepsilon^2}{n-3}}$, on a trouvé ainsi :

		$\Sigma\varepsilon^2$.	p.		$\Sigma\varepsilon^2$.	p.	$\Sigma p\varepsilon^2$.	$n-3$.	e_0.
I.....	IB	13,6	0,4	EO	11,2	1,0	16,6	33	±0,71
II....	IB	17,5	0,4	EO	23,7	1,0	30,7	26	±1,09
III...	IO	58,2	1,0	EB	46,2	0,4	76,6	102	±0,87
							123,9		

La correction $\Delta\pi_0$ étant déduite de l'ensemble des trois séries, on a adopté (pour cette inconnue seulement) l'erreur de l'unité de poids déduite de l'ensemble

$$e_0 = \sqrt{\frac{123,9}{170-3}} = \pm 0,874.$$

C'est au moyen de ces quantités e_0 que l'on a calculé les erreurs moyennes des inconnues données précédemment. Afin de nous rendre compte de l'exactitude des poids relatifs adoptés pour les observations sur bord obscur et sur bord brillant, recalculons ces poids en partant des nouvelles valeurs de $\Sigma\varepsilon^2$; nous trouvons :

I et II EO, $p = 1$; IB, $p = \frac{34,9}{31,1} \times \frac{21}{44} = 0,535$ au lieu de $0,4$;

III IO, $p = 1$; EB, $p = \frac{58,2}{46,2} \times \frac{23}{82} = 0,354$ au lieu de $0,4$.

Ainsi le calcul montre que, comparées aux phénomènes qui ont lieu sur bord obscur, les immersions par bord brillant comportent une précision un peu supérieure aux émersions. Cette

conclusion s'accorde avec les résultats de Breen; d'ailleurs tous les observateurs jugent *a priori* que sur le bord illuminé de notre satellite les entrées sont plus facilement observables que les sorties.

On peut ajouter que l'adoption de ces nouveaux poids ne changerait pas sensiblement nos résultats que nous considérerons comme définitifs à ce point de vue.

CHAPITRE IV.

RECHERCHE DES ERREURS $\Delta\theta$ DANS LES OBSERVATIONS D'OCCULTATION.

Nous avons constaté l'influence des erreurs d'observation sur le calcul du demi-diamètre de la Lune au moyen des occultations. Nous savons que ces erreurs dépendent à la fois de la phase d'occultation, de l'éclairement du bord et de la grandeur de l'étoile. Peut-on déceler ces erreurs par le calcul et, dans ce cas, peut-on essayer d'en corriger les résultats? Telle est la question que nous nous proposons d'étudier ici.

55. **Expériences de M. Renz.** — Tout d'abord, nous rappellerons les recherches expérimentales sur l'équation personnelle dans les observations d'occultations, entreprises en 1888 par M. Renz en vue de justifier des écarts constatés entre les résultats de divers observateurs pendant l'éclipse de Lune du 28 janvier 1888.

Au moyen de nombreuses déterminations basées sur l'observation d'occultations artificielles M. Renz [1] a trouvé qu'il fallait ajouter aux temps observés les corrections suivantes :

Méthode chronographique.

Gr.	4.	6.	7.	9.
Immersions.....	$-0^s,40$	$-0^s,47$	$-0^s,49$	$-0^s,59$
Émersions.....	$-0,41$	$-0,46$	$-0,51$	$-0,60$

Œil et oreille.

Immersions.....	$-0^s,02$	$-0^s,09$	$+0^s,01$	$-0^s,03$
Émersions.....	$+0,05$	$-0,03$	$-0,02$	$-0,05$

(1) Renz, *Versuch einer Bestimmung der persönlichen Gleichung bei der Beobachtung von Sternbedeckungen* (*Astronomische Nachrichten*, n° 2842).

Il résulterait de ces expériences que « *l'équation personnelle est sensiblement la même pour les deux phases et que l'erreur physiologique augmente à mesure que l'éclat des étoiles diminue* ».

Des erreurs de cet ordre seraient presque insensibles dans la détermination du demi-diamètre par les occultations; mais nous remarquerons avec M. Renz que les conditions expérimentales s'éloignent considérablement de celles que présentent les occultations véritables. A notre avis, c'est sur les observations elles-mêmes que l'on doit baser de telles recherches.

56. Utilisation des résidus. Méthode de recherche. — Pour étudier l'influence des erreurs d'observation $\Delta\theta$ sur le demi-diamètre de la Lune, il suffit de se donner des valeurs suffisamment exactes des inconnues $\Delta\pi$, $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$; en effet, chaque équation de condition se réduit ainsi à une relation linéaire entre la correction constante Δr et la correction $\Delta\theta$ variable avec les circonstances d'observation; on peut alors, semble-t-il, chercher par des groupements convenables à mettre en évidence les erreurs provenant de ces dernières : Tel est le principe de la méthode suivante que nous appliquerons aux travaux les plus modernes sur les occultations. Nous distinguerons deux cas :

1° *Dans la formation des résidus, la parallaxe seule a été laissée indéterminée.* C'est ainsi que nous (L) avons procédé (53) à l'exemple de MM. Küstner (K) et L. Struve (S) pour le calcul des résidus ε que, dans leurs Mémoires (*loc. cit.*), ils désignent respectivement par $-\Delta$ (K), v (S_I, 1er Mémoire), v' (S_{II}, 2e Mémoire).

Soit alors :

$$(1)\qquad \begin{cases} \Delta r_i = g + h\,\Delta\pi_i, \\ \Delta\alpha = g' + h'\,\Delta\pi_i, \\ \Delta\delta = g'' + h''\,\Delta\pi_i, \end{cases}$$

le système des valeurs numériques des inconnues auquel a conduit une série i d'équations de condition discutée en laissant

indéterminée la correction de parallaxe. Adoptons les valeurs trouvées pour $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ et transportons-les dans chaque équation de condition (39) en faisant apparaître le résidu ε relatif aux nombres g, g', g''; on aura

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \Delta r_i + a\Delta\theta = (\mathrm{D} - r_i - g - \mathrm{A}g' - \mathrm{B}g'') \\ - (b + h + \mathrm{A}h' + \mathrm{B}h'')\Delta\pi_i + g + h\Delta\pi_i. \end{aligned}\right.$$

Les sommes $(b + h + \mathrm{A}h' + \mathrm{B}h'')$ sont *petites* : cela résulte de ce que la parallaxe est, comme l'implique le mode de discussion adopté, insuffisamment séparable; en outre, d'après leur formation, ces quantités affectent nécessairement une allure *accidentelle*. En les négligeant, l'équation précédente se réduit à

$$(3)\qquad \Delta r_i + a\Delta\theta = \varepsilon + g + h\Delta\pi_i.$$

Comme nous combinerons ensemble des équations de cette forme tirées de séries différentes et que le rapport $\frac{\pi_i}{\pi_{0,i}}$ de la parallaxe vraie à la parallaxe moyenne oscille autour de l'unité sans jamais s'en écarter beaucoup, nous admettrons ici que l'on a en moyenne

$$\Delta r_i = \Delta r_{0,i}; \qquad \Delta\pi_i = \Delta\pi_{0,i};$$

l'équation (3) s'écrit alors

$$(4)\qquad \Delta r_{0,i} + a\Delta\theta = \varepsilon + g + h\Delta\pi_{0,i};$$

2° *La parallaxe et le demi-diamètre ont été tous deux laissés indéterminés.* — Ceci se rencontre dans la discussion de M. Peters (P) (*loc. cit.*, p. 20) qui a désigné par $-\varphi$ les résidus ε calculés dans cette hypothèse. Un raisonnement analogue au précédent montre que l'on a dans ce cas

$$(5)\qquad a\Delta\theta = \varepsilon;$$

d'ailleurs, M. Peters a eu soin de calculer également le système de valeurs (1) des inconnues dans la première hypothèse, ce qui fournit en particulier

$$(6)\qquad \Delta r_{0,i} = g + h\Delta\pi_{0,i};$$

en ajoutant membre à membre les égalités (5) et (6) on retrouve encore l'équation *résiduelle* (4).

Dans les deux cas considérés il sera donc facile, au moyen des nombres ε, g, h, publiés, de former ces équations. D'ailleurs, en ce qui concerne la détermination du demi-diamètre, leur système sera *équivalent* à celui des équations de condition où l'on considère la parallaxe comme indéterminée.

Pour comparer entre elles des équations semblables à (4), mais provenant de travaux différents, il est indispensable de rapporter les corrections de demi-diamètre et de parallaxe qui y figurent, à des constantes r_0, π_0 identiques. Nous adopterons partout les nombres

$$r_0 = 15'32'',59, \qquad \pi_0 = 57'2'',7$$

qui nous ont déjà servi de valeurs initiales. Alors en posant

$$g + (r_{0,i} - r_0) + h(\pi_0 - \pi_{0,i}) = \sigma,$$

les équations *résiduelles* (4) deviennent

$$\Delta r_0 + a\Delta\theta = \varepsilon + \sigma + [h\Delta\pi_0].$$

Dans une même discussion, on groupera les équations de ce genre se rapportant à des circonstances d'observation semblables ; on aura, dans chacun de ces groupements, le droit de considérer la correction $\Delta\theta$ comme constante. Ainsi, en laissant *provisoirement* de côté le terme en $\Delta\pi_0$, un groupe de n équations donnera

$$(7) \qquad n\Delta r_0 + \Delta\theta\Sigma a = \Sigma\varepsilon + n\sigma = nu.$$

57. **Calculs numériques basés sur 2000 résidus environ.** — Appliquant cette méthode aux travaux modernes énumérés, nous avons tout d'abord formé les quantités

$$\sigma = g + (r_{0,i} - r_0) + h(\pi_0 - \pi_{0,i}).$$

Voici ce calcul préliminaire :

		$\pi_0-\pi_{0,i}$	h.	$h(\pi_0-\pi_{0,i})$.	$(r_{0,i}-r_0)$.	g.	σ.	Autorités.
K		$+0'',12$ (1)	$-0,288$ (2)	$-0'',035$	$-0,003$	$+0'',349$	$+0'',311$	Mém. p. 353, 356
SI	I...	+ 43	+ 248	+ 107	− 070	+ 263	+ 300	Mém. II, p. 5, 27
	II..	+ 43	+ 255	+ 110	− 070	+ 076	+ 116	
	III.	+ 43	+ 320	+ 138	− 070	+ 163	+ 231	
SII	I...	+ 43	− 256	− 110	− 070	− 102	− 282	Id. p. 23.
	II..	+ 43	− 280	− 120	− 070	+ 496	+ 306	
	III.	+ 43	− 235	− 101	− 070	+ 439	+ 268	
	IV.	+ 43	− 311	− 134	− 070	+ 594	+ 390	
P		+ 43	+ 117 (3)	+ 050	− 070	+ 284	+ 264	Mém. p. 126, 143,
L	I...	00	+ 016	000	000	+ 318	+ 318	Présent Mém. p.
	II..	00	− 107	000	000	+ 122	+ 122	
	III.	00	− 042	000	000	+ 410	+ 410	

Dans chaque discussion individuelle, et pour chacune des circonstances d'observation IO, IB, EO, EB nous avons ensuite classé les résidus ε (56) suivant l'éclat des étoiles occultées. Pour les étoiles occultées pendant les éclipses, on a adopté les grandeurs publiées par Struve; celles des Pléiades résultent de notre Catalogue.

Les listes d'étoiles ainsi obtenues ont été partagées en *groupes* pour chacun desquels on a calculé la grandeur moyenne g_{moy} des étoiles, la somme $\Sigma\varepsilon$ des n résidus, et les quantités $n\sigma$, nu qui figurent dans le Tableau suivant. Les groupements que nous avons le plus généralement adoptés sont désignés par

a grandeur 3 à 3,9,
b » 4 à 4,9, etc.
.....

(1) Au lieu de la constante $\pi_{0,i} = 57'2'',48$ donnée par Küstner, p. 318 de son Mémoire, nous employons ici $57'2'',58$ d'après la comparaison que cet astronome fournit, p. 356, entre les valeurs de la parallaxe, adoptées dans ses calculs, et celles résultant des Tables de Hansen.

(2) Ce nombre résulte de l'expression de $\Delta r'$ (Küstner, p. 353) dans laquelle on remplace les différentes corrections individuelles $\Delta\pi_1$, $\Delta\pi_2$, ... par leur valeur moyenne $\Delta\pi_{0,i}$.

(3) Moyenne pondérée des coefficients de $\Delta\pi_{0,i}$ publiés par Peters, p. 143 de son Mémoire.

Pourtant, dans les occultations discutées par Struve, nous avons conservé la classification déjà suivie par l'auteur.

Groupe.	ε moy.	n.	$\Sigma\varepsilon$ (O.—C.).	$n\sigma$.	nu.
			IO.		
a...	3,62	10	— 4,0	+ 3,1	— 0,9
b...	4,35	39	— 2,1	+12,1	+10,0
c...	5,66	19	— 3,9	+ 5,9	+ 2,0
d...	6,51	36	+13,9	+11,2	+25,1
e...	7,41	48	— 7,4	+14,9	+ 7,5
f...	8,32	25	+ 8,9	+ 7,8	+16,7
g...	9,24	16	+ 2,7	+ 5,0	+ 7,7
I....	8,85	48	+ 3,6	+14,4	+18,0
II...	9,50	51	+ 5,0	+ 5,9	+10,9
III..	9,83	95	+ 3,3	+21,9	+25,2
I...	8,21	85	— 2,5	—24,0	—26,5
II...	9,36	56	— 2,7	+17,1	+14,4
III..	9,50	104	+ 0,3	+27,9	+28,2
IV..	10,31	89	— 0,8	+34,7	+33,9
a...	3,51	9	— 2,4	+ 2,4	0,0
b...	4,38	36	+ 5,7	+ 9,5	+15,2
c...	5,64	10	+ 1,8	+ 2,6	+ 4,4
d...	6,49	41	+ 1,8	+10,8	+12,6
e...	7,33	47	+ 6,1	+12,4	+18,3
f...	8,31	31	— 7,4	+ 8,2	+ 0,8
g...	9,48	6	— 2,7	+ 1,6	— 1,1
a...	3,42	13	— 0,4	+ 5,3	+ 4,9
b...	4,23	20	+ 3,9	+ 8,2	+12,1
c...	5,52	10	— 1,8	+ 4,1	+ 2,3
d...	6,18	5	+ 0,4	+ 2,0	+ 2,4
e...	7,42	16	— 0,7	+ 6,6	+ 5,9
f...	8,35	15	— 0,6	+ 6,1	+ 5,5
g...	9,20	3	— 0,6	+ 1,2	+ 0,6

Groupe.	ε moy.	n.	$\Sigma\varepsilon$ (O.—C.).	$n\sigma$.	nu.
			EO.		
a...	3,47	31	— 0,9	+ 9,6	+ 8,7
b...	4,27	44	—21,4	+13,7	— 7,7
c...	5,55	28	— 0,7	+ 8,7	+ 8,0
d...	6,60	20	— 3,5	+ 6,2	+ 2,7
e...	7,40	56	+ 4,3	+17,4	+21,7
f...	8,30	30	— 0,6	+ 9,3	+ 8,7
g...	9,28	9	+ 2,9	+ 2,8	+ 5,7
I...	9,01	62	— 4,6	+18,6	+14,0
II..	9,50	31	— 9,2	+ 3,6	— 5,6
III..	9,98	49	+ 2,1	+11,3	+13,4
I...	8,17	67	+ 6,4	—18,9	—12,5
II...	9,35	65	— 0,6	+19,9	+19,3
III..	9,50	125	+ 6,3	+33,5	+39,8
IV..	10,32	69	— 1,5	+26,9	+25,4
b...	4,20	4	+ 0,2	+ 1,1	+ 1,3
c...	5,80	2	— 0,2	+ 0,5	+ 0,3
d...	6,50	2	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,8
e...	7,52	9	+ 0,1	+ 2,4	+ 2,5
f...	8,50	1	0,0	+ 0,3	+ 0,3
a...	3,20	1	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,7
b...	4,35	2	+ 0,4	+ 0,6	+ 1,0
c...	5,80	1	— 1,2	+ 0,3	— 0,9
d...	6,70	1	— 1,1	+ 0,3	— 0,8
e...	7,53	7	+ 0,4	+ 2,2	+ 2,6
f...	8,35	6	+ 0,6	+ 1,9	+ 2,5
g...	9,33	4	+ 0,9	+ 1,3	+ 2,2

(1) La révision que Struve a faite de sa discussion de la première éclipse a apporté de légères modifications (13) aux résultats primitifs; de sorte que les résidus publiés dans son premier Mémoire n'ayant pas été corrigés, ne correspondaient pas aux résultats finalement conclus. Pour les raccorder dans leur ensemble, voici l'artifice que nous avons employé : tout d'abord sur les 339 observations discutées à l'origine, nous avons écarté les 13 rejetées par Struve, et, en outre, les 15 faites aux stations 39 et 42 dont la longitude était assez erronée.

La compensation a été rétablie en appliquant aux 321 résidus restant une

	Groupe.	g moy.	n.	Σε (O.—C.).	nσ.	nu.
			IB.			
K	a...	3,49	29	—16,4	+ 9,0	— 7,4
	b...	4,28	34	+ 6,8	+10,6	+17,4
	c...	5,37	13	+ 1,7	+ 4,0	+ 5,7
	d...	6,63	8	+ 1,5	+ 2,5	+ 4,0
	e...	7,16	9	+ 0,1	+ 2,8	+ 2,9
	f...	7,80	1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,5
LI	a...	3,20	1	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,8
	b...	4,23	3	— 2,8	+ 1,0	— 1,8
	c...	5,65	2	— 0,8	+ 0,6	— 0,2
	e...	7,22	4	+ 0,6	+ 1,3	+ 1,9
	f...	7,93	4	+ 0,7	+ 1,3	+ 2,0
LII	a...	3.20	1	— 0,6	+ 0,1	— 0,5
	b...	4,10	2	— 1,5	+ 0,2	— 1.3
	c...	5,60	2	0,0	+ 0,2	+ 0,2
	d...	6,70	1	— 0,2	+ 0,1	— 0,1
	e...	7,20	1	+ 1,9	+ 0,1	+ 2,0

	Groupe.	g moy.	n.	Σε (O.—C.).	nσ.	
LII	a...	3,20	2	— 2,3	+ 0,2	-
	b...	4,33	3	— 0,6	+ 0,4	-
	c...	5,80	1	— 0,6	+ 0,1	-
	d...	6,70	1	— 0,6	+ 0,1	-
	e...	7,52	8	— 0,9	+ 1,0	+
	f...	8,35	6	+ 3,1	+ 0,7	+
	g...	9,00	1	+ 1,7	+ 0,1	+
			EB.			
K	a...	3,67	6	+ 2,3	+ 1,9	+
	b...	4,18	12	+ 0,4	+ 3,7	+
	c...	4,96	9	+ 1,6	+ 2,8	+
	d...	6,30	3	+ 6,0	+ 0,9	+
	e...	6.88	5	+ 6,5	+ 1,6	+
LIII	a...	3,43	6	+ 4,2	+ 2,5	+
	b...	4,24	13	+ 0,7	+ 5,3	+
	c...	5,60	2	+ 0,2	+ 0,8	+
	d...	6,70	1	— 0,4	+ 0,4	
	e...	7,20	1	— 0,5	+ 0,4	-

Ces résultats peuvent se résumer dans le Tableau suivant où l'on a procédé, toujours suivant la grandeur moyenne des étoiles, à des groupements moins nombreux, et dont nous indiquons, d'ailleurs, les limites.

IO.				EO.			
Groupes.	n.	gmoy.	u.	Groupes.	n.	gmoy.	u.
<6.....	166	4,48	+0",301	<6.....	119	4,34	+0",072
6–9.....	397	7,72	+0,217	6–9.....	214	7,75	+0,149
9–9,50....	81	9,34	+0,267	9–9,35....	76	9,06	+0,312
9,50.....	155	9,50	+0,252	9,35–9,50.	221	9,45	+0,242
>9,50....	184	10,06	+0,321	>9,50....	118	10,18	+0,329

petite correction + 0",077 annulant leur somme; on a obtenu ainsi :

	Immersion.								*Émersion.*						
	Gr.	n'.	Σε.	Corr.	Σε corr.	n adoptés	Σε adoptés		Gr.	n'.	Σε.	Corr.	Σε corr.	n adoptés	
I...	8,85	47	— 0,1	+3,6	+3,5	48	+3,6	I...	9,01	61	— 9,2	+4,7	—4,5	62	-
II..	9,50	50	+ 1,0	+3,9	+4,9	51	+5,0	II..	9,50	30	—11,2	+2,3	—8,9	31	-
III.	9,83	87	— 3,7	+6,7	+3,0	95	+3,3	III.	9,98	46	— 1,6	—3,6	+2,0	49	+

IB.				EB.			
Groupes.	n.	g_{moy}.	u.	Groupes.	n.	g_{moy}.	u.
<5.....	70	3,91	+0",103	<6.....	48	4,24	+ 0",55
5-7.....	26	5,85	+0,369	>6.....	10	6,72	+ 1,19
>7.....	19	7,47	+0,490				

58. Coefficient moyen probable de la correction $\Delta\theta$. — Chacun de ces groupes fournit une équation de la forme

$$\Delta r_0 + \Delta\theta \frac{\Sigma a}{n} = u,$$

où il reste encore à évaluer le coefficient $\frac{\Sigma a}{n}$. Or, excepté dans le présent Mémoire, les termes $a\Delta\theta$ ont été omis dans les équations de condition. On ne peut donc songer à calculer rigoureusement les quantités $\frac{\Sigma a}{n}$; mais le calcul des probabilités peut nous en fournir une approximation suffisante.

En effet, comme le nombre n d'observations employées dans chaque groupement définitif est, en général, assez grand, on peut admettre que les coefficients $\frac{\Sigma a}{n}$ ne diffèrent pas considérablement de la moyenne des a calculée dans l'hypothèse où nous nous sommes déjà placés (40). Or un coefficient a peut s'écrire d'après les formules (39)

$$a = a' \sin P + b' \sin P.$$

On a donc, en se rappelant que $\sum \frac{\sin P}{n} = 0{,}905$ et $\sum \frac{\cos P}{n} = 0$,

$$\sum \frac{a}{n} = 0{,}905\, a';$$

d'ailleurs, la valeur de a' a sensiblement pour expression

$$a' = 15\mu f \cos\delta - 15 \cos\varphi \cos t \sin\pi,$$

dans laquelle les valeurs numériques moyennes des différentes

quantités sont

$$15\mu = 0{,}550, \qquad f = 0{,}99, \qquad \pi = 57'$$

$$\cos\delta = 0{,}962 \text{ (moyenne ordinaire des cos. de } 0^\circ \text{ à } 27^\circ),$$

$$\left.\begin{matrix}\cos\varphi \\ \text{et } \cos t\end{matrix}\right\} = 0{,}637 \left(\quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad 0^\circ \text{ à } \frac{\pi}{2}\right);$$

d'où il résulte

$$\frac{\Sigma a}{n} = 0{,}38 \left\{ \begin{matrix} \text{signe} + \text{ pour les I,} \\ \text{»} \quad - \quad \text{»} \quad \text{» E.} \end{matrix} \right.$$

59. **Hypothèses admises dans le calcul des corrections moyennes $\Delta\theta$.** — L'examen du Tableau résumé (p. 128-129) démontre incontestablement que les nombres u croissent avec la grandeur g des étoiles, et, à cause des équations

$$(1) \qquad \Delta r_0 \pm 0{,}38\,\Delta\theta = u \left\{ \begin{matrix} +\text{I,} \\ -\text{E,} \end{matrix} \right.$$

il en est de même, en valeur absolue, des corrections inconnues $\Delta\theta$; d'ailleurs, dans les limites où la grandeur varie ici, on ne s'écarte pas beaucoup de la vérité en adoptant une représentation linéaire de la fonction inconnue $\Delta\theta = f(g)$, on aura donc sensiblement

$$\Delta\theta_{\text{IO}} = \alpha\,(g - g_0), \qquad \Delta\theta_{\text{IB}} = \alpha''\,(g - g''_0),$$
$$\Delta\theta_{\text{EO}} = \alpha'\,(g - g'_0), \qquad \Delta\theta_{\text{EB}} = \alpha'''\,(g - g'''_0);$$

il s'agit de déterminer les neuf constantes Δr_0, α, α', ..., g_0, g'_0, ... A cet égard, le nombre des équations (1) dont nous disposons est pratiquement insuffisant. Mais il est possible de fixer *a priori* la valeur des constantes g_0 par des hypothèses convenables.

Dans ce but nous admettrons que, *dans les occultations observées par bord obscur* (IO, EO), *les erreurs d'observations $\Delta\theta$ sont, en moyenne, nulles où insensibles pour les étoiles de grandeur $g_{\text{moy.}} < 8{,}5$*; nous justifierons cette hypothèse par les considérations suivantes :

Tout d'abord nous avons fait remarquer (13) que L. Struve, dans sa discussion de l'éclipse totale de 1884, n'a finalement

utilisé que la série I relative à des étoiles de grandeur $g < 9$. De son côté, J. Peters (15) a basé son travail presque exclusivement sur le bord obscur et sur des étoiles parmi lesquelles six seulement sont de grandeur > 9. Ces astronomes paraissent donc avoir, à fort peu près, fait l'hypothèse énoncée. D'ailleurs, celle-ci représente encore l'opinion moyenne d'observateurs exercés. Enfin nous remarquerons que, si les recherches expérimentales de Renz (55) ne sont pas concluantes à cet égard, elles ne paraissent pas contradictoires.

A ces considérations basées plutôt sur le sentiment général des astronomes, nous en ajouterons une autre tirée des observations elles-mêmes. A cette fin réunissons ceux des nombres u calculés (57) se rapportant au bord obscur; on obtient en conservant les mêmes groupements suivant la grandeur :

	IO et EO.		
Groupe.	n.	$g_{moy.}$	u.
<6.....	285	4,42	$+0'',205$
6-9.....	611	7,73	+0,193
9-9,5.....	533	9,39	+0,259
$>9,5$.....	302	10,11	+0,324

On voit que le nombre u sensiblement constant et égal à $0'',20$ jusqu'à la grandeur 7,73 commence à augmenter à partir d'une valeur g comprise entre 7,71 et 9,39 et qui ne peut s'écarter beaucoup de 8,5.

Nous adopterons donc $g_0 = g'_0 = 8,5$.

Pour le bord brillant, nous ne sommes pas aussi nettement fixé, mais nous croyons, d'après l'avis de plusieurs observateurs, que l'on ne s'éloignera pas beaucoup de la vérité en admettant que *les erreurs d'observation deviennent négligeables pour les immersions* IB *lorsque* $g \leqq 4,5$ *et pour les émersions* EB *lorsque* $g \leqq 3,5$. D'ailleurs, l'examen des observations confirme également cette seconde hypothèse. En effet, d'après l'équation (1), le bord obscur vient de nous fournir approximativement $\Delta r_0 = 0'',20$; cherchons par une interpolation dans le Ta-

bleau résumé (p. 129), et pour le bord brillant, les valeurs de g qui correspondent à $u = 0'',20$; nous trouvons

$$\begin{aligned} \text{IB} &: g = 4{,}6 \text{ environ}, \\ \text{EB} &: g = 3{,}3 \quad \text{»} \quad . \end{aligned}$$

Nous adopterons donc les valeurs rondes

$$g_0'' = 4{,}5 \qquad g_0'' = 3{,}5.$$

60. **Corrections moyennes $\Delta\theta$ conclues.** — Dans ces conditions, les équations (1) se réduisent à :

	$\pm 0{,}38(g-g_0)$.	u.	Poids.	Résidus ε_1, (O − C).
IO	Δr_0	$= +0{,}301$	4,1	$+0'',11$
	Δr_0	$= +\ .217$	9,9	$+0{,}02$
	$\Delta r_0 + 0{,}319\alpha$	$= +0{,}267$	2,0	$+0{,}01$
	$\Delta r_0 + 0{,}380\alpha$	$= +0{,}252$	3,9	$-0{,}02$
	$\Delta r_0 + 0{,}593\alpha$	$= +0{,}321$	4,6	$+0{,}01$
EO	Δr_0	$= +0{,}072$	3,0	$-0{,}12$
	Δr_0	$= +0{,}149$	5,4	$-0{,}05$
	$\Delta r_0 - 0{,}213\alpha'$	$= +0{,}312$	1,9	$+0{,}08$
	$\Delta r_0 - 0{,}361\alpha'$	$= +0{,}242$	5,5	$-0{,}02$
	$\Delta r_0 - 0{,}638\alpha'$	$= +0{,}329$	3,0	$+0{,}01$
IB	Δr_0	$= +0{,}103$	0,9	$-0{,}09$
	$\Delta r_0 + 0{,}513\alpha''$	$= +0{,}369$	0,3	$+0{,}04$
	$\Delta r_0 + 1{,}129\alpha''$	$= +0{,}490$	0,3	$-0{,}02$
EB	$\Delta r_0 - 0{,}281\alpha'''$	$= +0{,}530$	0,4	$+0{,}05$
	$\Delta r_0 - 1{,}224\alpha'''$	$= +1{,}490$	0,1	$-0{,}04$

Les poids qui figurent ici ont été calculés d'après les résultats (54) en adoptant pour 40 observations les poids 1(IO, EO), 0,53(IB) et 0,35(EB).

La résolution de ces équations par les moindres carrés conduit aux valeurs suivantes des inconnues :

$$\begin{aligned} \Delta r_0 &= +0'',195 \pm 0{,}023, & \text{Coefficient} &= 25{,}45, \\ \alpha &= +0^s,199 \pm 0{,}088, & \text{»} &= 1{,}72, \\ \alpha' &= -0^s,196 \pm 0{,}094, & \text{»} &= 1{,}49, \\ \alpha'' &= +0^s,275 \pm 0{,}172, & \text{»} &= 0{,}45, \\ \alpha''' &= -1^s,09 \pm 0{,}271. & \text{»} &= 0{,}18. \end{aligned}$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma p \varepsilon_1^2}{15-5}} = \pm 0{,}115.$$

On peut donc représenter empiriquement les corrections moyennes à apporter aux instants observés des phénomènes d'occultation, par les formules suivantes :

$$\Delta\theta_{iO} = +0^s,20(g-8,5) \quad \text{à partir de} \quad g > 8,5,$$
$$\Delta\theta_{EO} = -0^s,20(g-8,5) \quad \text{»} \quad g > 8,5,$$
$$\Delta\theta_{iB} = +0^s,28(g-4,5) \quad \text{»} \quad g > 4,5,$$
$$\Delta\theta_{EB} = -1^s,09(g-3,5) \quad \text{»} \quad g > 3,5.$$

Nous ne nous préoccuperons pas ici de rechercher la cause de ces erreurs. Il nous suffit de les avoir mises en évidence et d'avoir déterminé approximativement leur allure et leur grandeur. Le but que nous nous proposons est, en effet, principalement d'en corriger les résultats relatifs au demi-diamètre et aux positions de la Lune.

Remarque. — En ce qui concerne la détermination précédente de l'inconnue Δr_0, il y a lieu de rétablir l'influence de la correction de parallaxe $\Delta\pi_0$ négligée à partir de l'équation (7) (56); on se rend aisément compte qu'il suffit pour cela d'ajouter à la valeur de Δr_0 trouvée ci-dessus un terme ayant pour expression

$$\Delta\pi_0 \sum \frac{h}{n}.$$

Avec les données (58) nous avons obtenu

$$\sum \frac{h}{n} = -0,116.$$

On a donc finalement

$$\Delta r_0 = +0'',195 - 0,116\,\Delta\pi_0 \pm 0'',023.$$

CHAPITRE V.

CONCLUSIONS.

61. **Demi-diamètre conclu de trois séries d'occultations des Pléiades et corrigé des erreurs d'observation moyennes.** — Les valeurs de Δr_0 calculées (52) dépendent encore des corrections moyennes $\Delta\theta$ aux temps d'observation. En calculant ces dernières au moyen des expressions obtenues n° 60, on trouve

Série I.....	$\Delta\theta_{IB} = +0^s,60$,	$\Delta\theta_{EO} = -0^s,03$,
» II.....	$\Delta\theta_{IB} = +0,28$,	$\Delta\theta_{EO} = -0,00$,
» III....	$\Delta\theta_{IO} = +0,01$,	$\Delta\theta_{EO} = -1,02$.

Nous obtenons alors pour Δr_0 les valeurs suivantes :

I.....	$\Delta r_0 = +0'',184 + 0,016\,\Delta\pi_0$	$\pm 0,171$	coeff. $= 17,3$,
II.....	$\Delta r_0 = +0,083 - 0,107\,\Delta\pi_0$	$\pm 0,373$	$8,5$,
III....	$\Delta r_0 = +0,278 - 0,042\,\Delta\pi_0$	$\pm 0,157$	$30,3$,

c'est-à-dire par l'ensemble des trois séries, en adoptant pour erreur moyenne de l'unité de poids $e_0 = \pm 0,874$ (54),

$$\Delta r_0 = +0'',220 - 0,034\,\Delta\pi_0 \pm 0,116 \qquad \text{coeff.} = 56,1.$$

Le demi-diamètre que nous concluons de ces 170 occultations des Pléiades est donc

$$r_0 = 15'32'',810 - 0,034\,\Delta\pi_0 \pm 0,116.$$

62. **Positions de la Lune corrigées des erreurs d'observation moyennes.** — Les mêmes corrections $\Delta\theta$, appliquées aux résultats concernant l'ascension droite et la déclinaison, four-

nissent finalement les positions suivantes :

T. m. Paris.		$\Delta\alpha$.	Err. moy.	$\Delta\delta$	Err. moy.
7 Juillet	23 à 13h.9m...	$+0^s,274-0^s,048\Delta\pi_0$	$\pm 0^s,015$	$+1'',01+0'',60\Delta\pi_0$	$\pm 0'',27$
Octobre	13 à 14.5...	$+0,304+0,005\Delta\pi_0$	$\pm 0,030$	$+1,09+0,31\Delta\pi_0$	$\pm 0,15$
8 Janvier	3 à 9.0...	$+0,412+0,006\Delta\pi_0$	$\pm 0,013$	$+1,21+0,34\Delta\pi_0$	$\pm 0,18$

Ces corrections $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ doivent être appliquées aux Tables de Hansen (Connaissance des Temps) corrigées des nombres empiriques de Newcomb. La correction $\Delta\pi_0$ se rapporte à la parallaxe de Newcomb.

Ces positions sont tout à fait précises et il y aurait un grand intérêt à répéter souvent de telles déterminations.

63. Parallaxe de la Lune conclue. — A l'égard de la parallaxe, nous ne retiendrons ici que les résultats fournis par les séries II et III (52); la valeur conclue par la série I est en effet complètement indéterminée. On trouve alors

$$\text{II et III....}\quad 2,15\Delta\pi_0 = +0'',97$$
$$\Delta\pi_0 = +0'',45 \qquad \pm 0,60 \qquad \text{coeff.} = 2,15$$

La parallaxe déduite de ce travail serait donc

$$\pi_0 = 57'3'',15 \pm 0,60.$$

D'ailleurs nous considérons cette valeur, sans doute un peu forte, seulement comme une détermination individuelle destinée à être jointe à celles dont la liste a été donnée (p. 23-24) et à celles qui pourront être trouvées par la suite.

A ce point de vue, on a fait remarquer (52) que les corrections moyennes $\Delta\theta$ tendent à se compenser dans les déterminations de ce genre. Ainsi, malgré les écarts notables des valeurs individuelles de la parallaxe obtenues au moyen des occultations, on peut espérer cependant la conclure de leur ensemble avec beaucoup de précision.

64. **Demi-diamètre de la Lune fourni par l'étude de 2000 résidus.** — Un résultat important de nos recherches sur les erreurs affectant en moyenne les occultations observées, c'est la correction Δr_0 déduite des équations (60), d'où résulte le demi-diamètre suivant :

$$r_0 = 15'32'',785 - 0,116\,\Delta\pi_0 \pm 0,023.$$

Dans la résolution de ces équations, la correction Δr_0 s'est séparée très nettement des autres inconnues α, α' ...; le demi-diamètre conclu ici est donc à peu près indépendant des valeurs numériques obtenues pour ces dernières. Ainsi, il paraît dépendre surtout de la loi adoptée dans la représentation des erreurs d'observations. A cet égard, il est bon de rappeler les hypothèses que nous avons admises et qui peuvent se résumer ainsi :

1° Pour le même phénomène I ou E et le même état O ou B d'éclairement du bord lunaire, les temps d'occultation notés sont, *en moyenne*, affectés d'erreurs variant *linéairement* avec la grandeur de l'étoile.

2° Ces erreurs sont nulles ou insensibles lorsque la grandeur de l'étoile est

$\leqq 8^{gr},5$ par bord obscur, immersions et émersions,
$\leqq 4,5$ » brillant, immersions,
$\leqq 3,5$ » brillant, émersions.

Dans ces conditions, et du moins en ce qui concerne la détermination du demi-diamètre de la Lune au moyen des occultations d'amas stellaires, la valeur obtenue ci-dessus résume les plus importantes discussions modernes. Nous ajouterons qu'elle repose exactement sur 1904 observations.

65. **Le demi-diamètre moyen lunaire le plus probable déduit des occultations. La constante k : rayon linéaire de la Lune.** — Nous rapprocherons de nos résultats ceux mentionnés :

1° Par *Küstner*, p. 355 de son Mémoire, en rejetant avec l'auteur les séries IV et VII manifestement discordantes;

2° Par *Struve*, p. 23 et 27 de son second Mémoire. Nous remarquerons ici que les déterminations distinctes du demi-diamètre et de la parallaxe lunaires, au moyen des occultations observées pendant l'éclipse de 1888 (13) sont, d'après Struve :

	Δr.	$\Delta\pi$.
Série I.....	$-0'',09$	$-0,04$
» II.....	$+0,51$	$-0,04$
» III.....	$+0,53$	$-0,39$
» IV.....	$+1,12$	$-1,69$

A notre avis, la série IV qui se rapporte aux étoiles de grandeur $> 9,5$ paraît seule manifestement mauvaise; nous conserverons donc les séries II et III qui avaient été rejetées par Struve dans ses conclusions finales. On a alors, par l'ensemble de la première éclipse et des séries I, II, III de la seconde :

				Poids de Δr (1).
Éclipse de 1884.		I.....	$\Delta r = +0,263 + 0,248\,\Delta\pi$	108
»	»	II.....	$\Delta r = +0,076 + 0,255\,\Delta\pi$	74
»	»	III.....	$\Delta r = +0,163 + 0,320\,\Delta\pi$	92
»	1888.	I.....	$\Delta r = -0,102 - 0,256\,\Delta\pi$	121
»	»	II.....	$\Delta r = +0,496 - 0,280\,\Delta\pi$	121
»	»	III.....	$\Delta r = +0,439 - 0,235\,\Delta\pi$	222
Ensemble.....			$\Delta r = +0,263 - 0,057\,\Delta\pi$	738

3° Par *Battermann*, p. 32 de son Mémoire. Nous rejetons, avec l'auteur, les observations douteuses; ce résultat repose ainsi sur 174 très bonnes occultations isolées, presque exclusivement observées sur bord obscur et traitées par la méthode sommairement exposée au début de ce Travail (*Introduction*, p. 2).

4° Par *Peters*, p. 144 de son Mémoire. Il y a lieu de remarquer ici que la série V rejetée par Peters est précisément l'une de celles où l'inconnue Δr s'est séparée avec le coefficient le

(1) Ces poids n'ont pas été publiés par Struve; nous les avons calculés au moyen de la formule $p = \left[\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r}\right]^2$ dans laquelle ε_0 représente l'erreur moyenne d'une équation et ε_r l'erreur moyenne de l'inconnue Δr.

plus fort; d'ailleurs, le fait que chacune de ces déterminations repose exclusivement sur un seul bord de la Lune justifie entre elles des divergences assez considérables (40). Nous conserverons donc cette série.

Les résultats des différents travaux que nous venons d'énumérer sont alors très concordants, comme le montre le Tableau suivant dans lequel nous les avons tous réduits à la même parallaxe : $\pi_0 = 57'2'',7$ (Newcomb).

Auteur.	Occultation.	r_0.	Réduction à $\pi_0 = 57'2'',70$: $k. \times \Delta\pi.$		r_0 adopté.	Poids (p).	Err. moy. de l'unité de poids.	Poids adopté p
		15'			15'			
Küstner	De Pléiades.	32",851	$-0,279 \times +0,12$	=	32",818	309	±1",04	12
Struve	Pendant 2 éclipses.	783	$-0,057 \times +0,43$	=	758	738	±1,40	12
Battermann.	Isolées	830	$0,000 \times$ »	=	830	18	±1,13	1
Peters.....	De Pléiades.	804	$+0,117 \times +0,43$	=	854	29	±1,15	1
Lagrula.....	De Pléiades.	810	$-0,034 \times +0,00$	=	810	56	±0.87	3
			$-0,132$		795			30

Erreur moyenne pour $p' = 1$: $\frac{\pm 1,13}{\sqrt{18}} = \pm 0,267$.

On obtient ainsi :

$$r_0 = 15'32'',795 \pm 0,048 - 0,132\,\Delta\pi_0.$$

D'autre part, nous avons trouvé par la discussion des résidus

$$r_0 = 15'32'',785 \pm 0,023 - 0,116\,\Delta\pi_0.$$

Nous conclurons donc finalement pour le demi-diamètre moyen lunaire le plus probable à notre époque :

$$r_0 = 15'32'',79 \pm 0'',04 - 0,12\,\Delta\pi_0.$$

Ce nombre repose sur les Tables de Hansen et la parallaxe de Newcomb. En adoptant comme parallaxe la valeur de Hansen 57'2",27, on aurait comme demi-diamètre moyen $r_0 = 15'32'',84$, c'est-à-dire presque exactement le nombre

15′32″,83 adopté par la *Connaissance des Temps* dans ses prédictions d'occultations.

Remarque. — Si nous adoptons les valeurs rondes suivantes du demi-diamètre et de la parallaxe

$$r_0 = 15'32'',8, \qquad \pi_0 = 57'2'',7,$$

et si nous posons

$$\sin r_0 = k \sin \pi_0,$$

formule dans laquelle k représente le rayon linéaire de la Lune exprimé en parties du rayon équatorial terrestre, on obtient

$$k = 0,272545, \qquad \log k = 9,435438.$$

66. Le demi-diamètre lunaire déduit des mesures héliométriques et l'hypothèse d'une atmosphère lunaire. — Étant donnée la grande supériorité de l'héliomètre sur les autres instruments de mesures quand il s'agit de grandes distances, il est intéressant, en ce qui concerne le diamètre de la Lune, de comparer les mesures héliométriques aux résultats obtenus au moyen des occultations. A cette fin nous avons réuni dans le Tableau suivant les déterminations les plus célèbres faites à l'héliomètre :

BESSEL, pendant l'éclipse totale de Lune du 2 sept. 1830	$r_0 =$	15.32,68	± 0,12
BESSEL, » » 26 déc. 1833	»	33,05	± 0,05
WICHMANN, pendant la pleine Lune du 1er juillet 1846	»	32,70	± 0,12
HARTWIG, par des observations de la libration.....	»	32,82	± 0,06
HARTWIG, par des mesures directes.....	»	32,75	± 0,05

Chacune des déterminations de Bessel (1) résulte de la moyenne de six mesures faites à des intervalles de 30° suivant l'angle de position. Celle de Wichmann (2) repose sur trente-six me-

(1) BESSEL, *Bemerkungen über eine angenommene Atmosphäre des Mondes* (*Astronomische Nachrichten*, 11, p. 411).

(2) WICHMANN, *Ueber den scheinbaren Durchmesser des Mondes* (*Astronomische Nachrichten*, 29, p. 1).

sures faites de 5° en 5° et réduites en tenant compte de la variation de phase.

Les résultats de Bessel et de Wichmann que nous mentionnons ici sont rapportés d'après Oudemans (*loc. cit.*, p. 14) aux Tables de Hansen; ils sont donc bien comparables à ceux résultant des recherches modernes d'Hartwig (1) sur la libration de la Lune.

Nous avons rejeté avec Oudemans deux mesures héliométriques faites par C.-A.-F. Peters (2) pendant l'éclipse totale du 6 janvier 1852; les conditions d'observation étaient tellement défavorables, la Lune étant seulement à 12° au-dessus de l'horizon, que ces mesures ont été déclarées douteuses par leur auteur.

La moyenne des nombres r_0 inscrits au Tableau précédent donne :

$$r_0 = 15'\,32'',80 \pm 0,04.$$

On obtient donc pour le demi-diamètre lunaire des valeurs sensiblement identiques, par les mesures directes effectuées à l'héliomètre et par les discussions d'occultations.

En ce qui concerne l'existence, si souvent controversée, d'une atmosphère à la surface de la Lune, cet accord constitue une preuve *négative* remarquable : en effet, vu les erreurs moyennes, $\pm 0'',04$, que comportent encore ces valeurs, il ne saurait exister entre elles un écart de plus de $0'',1$. Or cet écart fût-il réel, l'atmosphère lunaire qui en rendrait compte aurait, d'après M. Faye (3), une densité 80000 fois moindre que la nôtre.

67. **Les résidus et leur utilisation pour l'étude physique des contrées lunaires voisines du bord.** — Si l'on examine les

(1) Hartwig, *Beitrag zur Bestimmung der physischen Libration des Mondes* (Carlsruhe, 1880).

(2) C.-A.-F. Peters, *Beobachtung der Mondfinsterniss am 6ten Januar 1852 auf der Königsberger Sternwarte* (*Astronomische Nachrichten*, 34, p. 11).

(3) H. Faye, *Cours d'Astronomie*, t. II, p. 313.

dernières colonnes des Tableaux p. 110 et suiv., on rencontre un assez grand nombre de séries de résidus dans lesquelles ils conservent le même signe, quoique les points coïncidants qui leur correspondent soient distribués dans des régions lunaires assez étendues en latitude. Les dénivellations générales assez importantes que ce fait semble indiquer (5) sur le contour de la Lune doivent s'étendre aussi en longitude et leur variation d'aspect doit, pour cette raison, échapper dans une certaine mesure à l'influence de la libration; il est donc permis de chercher à en contrôler la réalité par l'examen direct d'une image de la Lune obtenue à une époque quelconque. A cette fin, nous avons comparé ces résidus aux ondulations bien marquées que présente le limbe de notre satellite dans les belles cartes de l'*Atlas photographique* de MM. Lœwy et Puiseux [1].

Dans le relevé de ces ondulations, il importe de déterminer convenablement le niveau moyen du bord lunaire sur la Carte; on y arrive aisément en traçant sur du papier transparent, et avec le rayon correspondant à l'héliogravure, un cercle qu'on fixe sur le bord du disque, de telle façon qu'il y ait compensation entre les inégalités lunaires situées de part et d'autre de ce trait. Il est alors possible de mesurer, par rapport à ce niveau moyen, la hauteur ou la profondeur d'un point de latitude sélénographique donné.

En rejetant les étoiles de grandeur $g < 8,5$ (EO), $g < 3,5$ (EB), dont l'observation peut être entachée d'erreurs systématiques (59), voici, pour le bord occidental de la Lune, la comparaison individuelle de nos résidus aux écarts ainsi mesurés directement sur la Carte (*Atlas photographique, Pl. XII* et *Pl. XXI*).

---

(1) Lœwy et Puiseux, *Héliogravures d'après des agrandissements sur verre de clichés photographiques* (*Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris*).

TABLEAU I.

Bord Ouest.

Latitude.	Résidus.	Écarts mesurés.	Latitude.	Résidus.	Écarts mesurés.
−75°	+0",9	+1",8	− 5°	−0",3	−2",4
−66	+0,5	+0,3	− 4	−0,4	−2,7
−53	−0,1	−1,2	− 3	−0,8	−2,8
−50	0,0	0,0	0	−1,0	−2,1
−48	+0,4	−1,3	+ 1	−1,2	−2,5
−42	−1,1	−0,9	+ 1	−1,8	−2,5
−37	−0,5	−1,6	+ 2	−0,9	−1,5
−36	−0,6	−1,3	+ 4	−1,2	+0,1
−33	−0,1	−0,7	+ 6	−0,3	+0,1
−32	−1,7	−0,6	+ 7	+0,2	+0,2
−31	−0,6	0,0	+ 8	+0,3	−0,6
−28	+0,9	+0,2	+11	−0,2	+0,2
−26	+1,0	+0,9	+12	−0,4	+0,1
−22	+0,2	+0,6	+13	−0,2	+0,3
−20	+2,0	+1,5	+16	+2,0	+0,3
−20	−0,6	+1,5	+32	+0,3	"
−18	+0,8	+0,8	+43	+1,3	"
−13	+0,3	+0,9	+49	−0,5	"
−11	+0,9	0,2	+53	−0,6	"
−10	+0,2	+0,5	+55	−1,7	"
− 9	+1,7	−0,9			

Les ondulations les mieux caractérisées du bord lunaire dans les Cartes de MM. Lœwy et Puiseux sont les suivantes :

Pl. XXI. — Une dépression qui s'étend en latitude de + 3° à − 10° et qui atteint sa profondeur maxima au voisinage de l'équateur, environ à la même latitude que le petit cratère Maclaurin. On l'aperçoit très bien sur la Carte parce qu'elle commence et finit assez brusquement. En continuant à suivre le limbe dans le sens N — S le niveau de la Lune se relève entre + 10° et − 30° et l'on rencontre des sommets bien marqués vers les latitudes − 13° (Ansgarius) et − 19° (Hecataüs).

Pl. XII. — Entre les latitudes − 32° et − 42° on constate

encore une grande dépression, qui atteint son maximum à peu près à la latitude (— 34°) de l'extrémité N du cratère Furnerius. A première vue, cette ondulation paraît moins nettement que les précédentes, parce qu'elle se rattache insensiblement au reste du contour; mais on la met très bien en évidence par le procédé graphique indiqué précédemment. Enfin nous mentionnerons un massif montagneux assez élevé en face des cratères Boussingault (— 74° à — 78°).

Recherchons maintenant dans le Tableau I les résidus correspondant aux régions de la Carte où l'on vient de signaler les points de hauteur ou de profondeur maxima; on obtient la comparaison suivante :

A la latitude de	Limites.		Nombre d'observations.	Résidu.	Niveau mesuré.
	°	°		″	″
Maclaurin.....	+ 1	— 3	4	—1,20	—2,47
Ansgarius.....	—11	—13	2	+0,65	+0,55
Hecataüs.....	—18	—20	3	+0,73	+1,27
Furnerius.....	—32	—36	3	—0,80	—1,20
Boussingault.....	—75		1	+0,90	+1,80

Ainsi les variations de niveau observées sur la Carte se retrouvent avec le même signe au moyen des résidus; d'ailleurs, cette concordance assez générale des signes apparaît encore davantage dans les groupements moyens suivants :

TABLEAU II. — *Dénivellations moyennes.*
Bord Ouest (émersions).

Limites en latitude.	Nombre d'observations.	Résidu moyen.	Écart mesuré moyen.
		″	″
+55° à +49°	3	—0,93	//
+43 à +16	3	—1,20	//
+13 à + 7	5	—0,06	+0,04
+ 6 à + 1	5	—1,08	—1,26
— 0 à — 5	4	—0,63	—2,50
— 9 à —18	5	+0,78	+0,30
—20 à —28	5	+0,70	+0,94
—31 à —37	5	—0,70	—1,04
—42 à —53	4	—0,20	—0,85
—66 à —75	2	+0,70	+1,05

En ce qui concerne la valeur absolue des nombres comparés (Tableau I), nous ferons observer qu'il existe différentes causes pouvant altérer leur accord individuel :

Tout d'abord on a vu que chaque résidu résulte en partie des erreurs accidentelles que comportent l'observation du phénomène d'occultation et la position de l'étoile occultée.

D'un autre côté, le procédé employé pour relever sur la Carte les différences au niveau moyen n'est qu'approximatif; nous estimons à $\pm 0'',4$ l'erreur moyenne accidentelle de ces mesures.

Enfin la libration géocentrique (¹) et la libration diurne peuvent amener sur le bord du disque lunaire des points de cet astre qui en seraient distants de

0",14	pour une variation de	1°	de libration en longitude
0,57	»	2	»
1,28	»	3	»

Or, malgré toutes ces causes de divergence, les dénivellations moyennes accusées par les résidus se présentent (Tableau II) avec le même signe que celles constatées par la photographie et le plus souvent avec une grandeur comparable ; elles semblent donc devoir être prises en considération.

Une discussion analogue concernant le bord oriental de la Lune serait tout aussi intéressante ; malheureusement les agrandissements photographiques de ce bord n'ont pas encore été publiés, et l'on ne peut actuellement que donner les résultats

---

(¹) En voici, d'après les Tables de Marth, les différentes valeurs se rapportant à cette discussion.

		Temps moyen de Paris.	Longitude sélénographique de la Terre.	Latitude sélénographique de la Terre.
			° ′	° ′
Occultation	Série I.....	1897 juillet 23 à 13h,1	+0.24	−6.20
	» II.....	1897 octobre 13 à 14,1	+0.17	−5.51
	» III.....	1898 janvier 3 à 9,0	+2.29	−5.49
Atlas phot., *Pl. XII* et *XXI*.		1897 mars 7 à 6,5	−0.25	−6.35

d'occultation. Voici les irrégularités moyennes de ce limbe, basées sur les résidus relatifs aux étoiles de grandeur $g < 8,5$ (IO), $g < 4,5$ (IB).

TABLEAU III. — *Dénivellations moyennes.*
Bord Est (immersions).

Limite en latitude.	Nombre d'observations.	Résidu moyen.
+84° à +74°	3	+0",60
+62 à +51	4	—0,40
+47 à +40	2	—1,10
+39 à +30	7	—0,46
+28 à +24	6	—0,28
+19 à +15	7	+0,11
+14 à + 7	7	+0,30
+ 6 à + 2	6	+0,27
— 2 à — 6	4	+0,38
— 8 à —12	4	+0,53
—16 à —19	4	—1,05
—22 à —26	6	—0,38
—29 à —31	4	+0,83
—33 à —33	3	—0,43
—37 à —45	6	+0,43
—46 à —50	5	—1,02
—58 à —69	5	+0,22

Dès que l'on disposera d'un plus grand nombre d'observations ainsi discutées, on sera en mesure de procéder à une recherche systématique plus minutieuse des irrégularités physiques du contour de la Lune. A l'importance qu'auraient en eux-mêmes les résultats d'une telle recherche, il faut ajouter l'application (5) qu'on en doit faire dans la réduction des occultations isolées; à cet égard, les occultations d'amas semblent devoir fournir des données plus précises que celles résultant de l'examen direct de dessins, Cartes ou photographies de notre satellite.

En effet, tout d'abord, les résidus des bonnes observations d'occultations permettraient de déceler, sur le bord de la Lune, de petits détails isolés (pics, fissures) pouvant échapper au pouvoir séparateur de l'objectif employé dans la méthode directe. D'un autre côté, à cause de la libration, quand on cherche à

retrouver un point coïncidant sur une Carte de la Lune, si ce point est situé dans l'hémisphère invisible son identification avec un accident sélénographique est impossible, et, dans le cas contraire, elle reste encore très difficile à cause de la multiplicité des objets qui, par un effet de perspective, tendent à se superposer dans les régions voisines du limbe.

Ainsi, dans la discussion des occultations d'amas, les résidus constituent des documents précieux pour l'étude des irrégularités physiques du bord de la Lune, et cela justifie suffisamment le soin que nous avons pris de calculer, pour chaque observation, la position sélénographique exacte du point coïncidant et la plus grande somme de précision possible que nous avons cherché à attacher, par le Catalogue des Pléiades, aux positions des étoiles.

68. **Résumé général.** — Nous rappellerons brièvement ici les principales contributions astronomiques qui résultent de ce Mémoire.

1° Un *Catalogue normal des Pléiades* d'après l'ensemble des mesures différentielles exécutées jusqu'à notre époque.

Ce Catalogue comprend la position, précession, variation séculaire de 103 étoiles et le mouvement propre de 71 d'entre elles. Les erreurs systématiques de certaines mesures ont été soigneusement recherchées et éliminées, et les poids calculés rationnellement.

2° La détermination des *erreurs systématiques moyennes dans les observations d'occultation.*

Les résultats numériques (60) déduits d'une étude générale des résidus démontrent que ces erreurs, qui, dans tous les cas, tendent à augmenter le demi-diamètre de la Lune, sont plus grandes à l'émersion qu'à l'immersion, augmentent avec la grandeur de l'étoile et diminuent avec l'éclairement du bord observé.

3° La *discussion de trois séries d'occultations des Pléiades* comprenant 170 phénomènes, dont 90 observés à Lyon.

Dans l'exposé de la méthode de réduction, on a introduit l'inconnue $\Delta\theta$ (correction moyenne des temps d'observation)

que l'on néglige habituellement dans la formation des équations de condition, et l'on a fait une importante remarque théorique au sujet du degré de séparabilité des inconnues.

Pour la première fois, dans la résolution de ces équations, on a attribué un poids différent aux occultations observées sur bord obscur et sur bord brillant, et l'on a corrigé, des erreurs systématiques signalées plus haut, les résultats de cette discussion : demi-diamètre, parallaxe et positions de la Lune.

4° Une discussion générale des résultats actuellement acquis sur le *demi-diamètre d'occultation.*

A ce sujet, on a signalé la concordance presque absolue des valeurs du demi-diamètre, déduites des occultations et des mesures héliométriques.

5° Enfin, pour la première fois, on a calculé la *position sélénographique des points coïncidants.*

La méthode de réduction indiquée permet, par l'emploi des Tables de Marth, de profiter, en partie, des calculs effectués dans la formation des équations de condition. L'utilité de ce calcul ressort de la comparaison de nos résidus aux variations de niveau accusées sur le limbe de la Lune dans les Cartes photographiques de MM. Lœwy et Puiseux.

En terminant, qu'il me soit permis de présenter, à mon honoré maître M. Ch. André, l'hommage de ma profonde reconnaissance pour les conseils si éclairés qu'il m'a prodigués au cours de ce travail.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.

Pages

LES OCCULTATIONS EN GÉNÉRAL, LEUR UTILITÉ ET LEUR CLASSIFICATION... 1

PREMIÈRE PARTIE.

LES OCCULTATIONS DE GROUPES D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

CHAPITRE I. — *Généralités.*

1. Équation de condition fournie par l'observation d'un phénomène d'occultation..... 4
2. Mode de discussion. Remarque sur le terme en $\Delta\theta$..... 5
3. Objet théorique et pratique de cette discussion..... 6
4. Parallèle entre les occultations d'amas et les observations méridiennes de la Lune..... 7
5. L'étude physique de la Lune basée sur les occultations d'amas. Utilisation des résidus..... 9

CHAPITRE II. — *Historique.*

6. Détermination de l'inflexion du demi-diamètre de la Lune. — Ferrer. 11
7. Occultation d'Aldébaran. — Wisniewski..... 12
8. Occultations des Pléiades. — Rosenberger, Kaiser, Lejeune, Oudemans..... 13
9. Occultations des Pléiades. — Seeling..... 14
10. » isolées. — Breen, Airy, Neison..... 15
11. » des Pléiades. — Küstner..... 16
12. » » Paul..... 16
13. » observées pendant des éclipses de Lune. — L. Struve 17
14. » isolées. — Battermann..... 20
15. » des Pléiades. — J. Peters..... 20

Pages
16. Tableau résumé et coup d'œil d'ensemble sur les résultats 21
17. Nécessité, dans une discussion d'occultations, d'attribuer à chaque équation un poids variable avec l'éclairement du bord de la Lune et l'éclat de l'étoile 25
18. Importance de la formation d'un Catalogue normal des Pléiades... 26

DEUXIÈME PARTIE.

CATALOGUE NORMAL DIFFÉRENTIEL DES PLÉIADES.

CHAPITRE I. — *Documents. Erreurs systématiques.*

19. Autorités; données 28
20. Réduction des mesures au même équinoxe 31
21. Recherche des erreurs systématiques dans les mesures de Bessel .. 32
22. Recherche des erreurs systématiques dans les premières mesures de Rutherfurd 33
23. Recherche des erreurs systématiques dans les mesures de Gould .. 35
24. Recherche des erreurs systématiques dans les mesures de Wolf et de Pritchard 37

CHAPITRE II. — *Corrections d'origine. Poids relatifs des mesures. Équations de condition.*

25. Méthode adoptée 40
26. Calculs numériques. Tableaux 43
27. Corrections d'origine adoptées 48
28. Poids adoptés 50
29. Examen critique des mesures 51
30. Équations de condition. Tableaux d'ensemble 52

CHAPITRE III. — *Catalogue.*

31. Grandeurs adoptées 77
32. Positions différentielles 79
33. Précession. Variation séculaire 79
34. Catalogue normal différentiel de 103 étoiles des Pléiades 81
35. Erreurs moyennes des résultats 86
36. Position et mouvement propre absolus d'Alcyone (origine) 87
37. Carte des mouvements propres relatifs des Pléiades (Planche) 88

TROISIÈME PARTIE.

DISCUSSION DES OCCULTATIONS DE GROUPES D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

CHAPITRE I. — *Méthode de réduction.*

Pages

33. Calcul de la distance angulaire apparente de l'étoile au centre de la Lune 91
39. Équation de condition. Remarque 92
40. Degré de séparabilité des inconnues 95

CHAPITRE II. — *Coordonnées sélénographiques du point coïncidant.*

41. Position de l'équateur de la Lune. Table 100
42. Longitude et latitude sélénographiques du lieu d'observation 102
43. Angle de position du pôle de l'équateur lunaire 103
44. Longitude et latitude sélénographiques du point coïncidant 104

CHAPITRE III. — *Discussion de 3 occultations des Pléiades.*

45. Autorités; données 105
46. Temps adoptés 106
47. Coordonnées géographiques des différents lieux d'observation 106
48. Coordonnées géocentriques, parallaxe et demi-diamètre de la Lune employés 107
49. Positions des étoiles occultées 107
50. Équations de condition 109
51. Équations normales. Poids adoptés suivant l'éclairement du bord .. 117
52. Résultats : Demi-diamètre, parallaxe et positions de la Lune 119
53. Résidus. Coordonnées sélénographiques des points coïncidants 119
54. Erreurs moyennes. Vérification *a posteriori* des poids adoptés 128

CHAPITRE IV. — *Recherche des erreurs $\Delta\theta$ dans les observations d'occultations.*

55. Expériences de Renz 122
56. Utilisation des résidus. Méthode de recherche 123
57. Calculs numériques basé sur 2000 résidus environ 125
58. Coefficient probable de la correction moyenne $\Delta\theta$ 129
59. Hypothèses admises dans le calcul des corrections moyennes $\Delta\theta$ ... 130

Pages

60. Corrections moyennes $\Delta\theta$ conclues pour la phase d'occultation, l'éclairement du bord et la grandeur de l'étoile 132

CHAPITRE V. — *Conclusions.*

61. Demi-diamètre de la Lune conclu de trois occultations des Pléiades, corrigé des erreurs d'observations moyennes 134
62. Positions de la Lune corrigées des erreurs d'observations moyennes. 134
63. Parallaxe de la Lune conclue 135
64. Demi-diamètre de la Lune fourni par l'étude de 2000 résidus 136
65. Le demi-diamètre moyen lunaire le plus probable déduit des occultations. La constante k : rayon linéaire de la Lune 136
66. Le demi-diamètre lunaire déduit des mesures héliométriques et l'hypothèse d'une atmosphère lunaire 139
67. Les résidus et leur utilisation pour l'étude physique des contrées lunaires voisines du bord 140
68. Résumé général 146

29436 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

DEUXIÈME PARTIE

I

OBSERVATIONS D'ÉROS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE LYON

PAR

M. Ch. ANDRÉ

Directeur de l'Observatoire de Lyon.

II

ASCENSIONS DROITES POUR 1885,0

DE 521 ÉTOILES DE CULMINATION LUNAIRE

ET DE LONGITUDE

PAR

M. F. GONNESSIAT

Directeur de l'Observatoire de Quito.

OBSERVATIONS D'ÉROS

Nous donnons dans les pages suivantes le détail de toutes les observations d'éclat d'Eros faites à l'Observatoire de Lyon, lors de sa dernière opposition. Le paragraphe I contient les observations de M. J. Guillaume, le paragraphe II, celles de M. G. Le Cadet, le paragraphe III, celles de M. M. Luizet ; et, dans chacun d'eux les soirées d'observations sont inscrites par ordre de dates.

Pour toutes les soirées, on a mis à côté de la date le nombre correspondant de la période julienne : au-dessous de la date sont placées les étoiles de comparaison, *échelle de lumière*, avec la valeur moyenne en *degrés* résultant pour chacune d'elles de l'ensemble des comparaisons de la soirée.

Ces étoiles sont, pour la plupart, désignées par des lettres minuscules ; celles qui sont désignées par des lettres majuscules sont, en général, cataloguées dans la *Bonner Duchmusterung*, B. D., et, dans ce cas, on a placé entre parenthèses, à côté de la lettre, le numéro d'ordre de l'étoile.

Les grossissements employés sont indiqués immédiatement au-dessous de l'échelle de lumière.

La première des trois colonnes suivantes renferme les heures des comparaisons, en temps moyen astronomique de Paris.

La deuxième contient, en degrés, les éclats relatifs d'Eros fournis par l'observation ; enfin, dans la troisième, on donne le détail des comparaisons de la planète à une ou plusieurs étoiles. Ces com-

paraisons ont été faites par la méthode d'Argelander et elles sont écrites en commençant toujours par l'astre le plus brillant. La planète y est désignée par la lettre P.

On trouve fréquemment, dans ces comparaisons, des demi-degrés : ce fractionnement, qui peut paraître excessif, indique seulement que l'observateur a *hésité* dans l'évaluation de l'intervalle entre l'éclat des deux astres à comparer et que, finalement, il a adopté la moyenne des deux nombres de degrés entre lesquels il hésitait; ainsi

P 3,5 *a*

signifie que P a été évaluée être plus grande de 3 ou 4 degrés que *a*.

OBSERVATIONS D'ÉROS

§ I. OBSERVATIONS DE J. GUILLAUME.

Equatorial Brünner (0^m16)

20 Février 1901. — 2415436 (P. Jul.)

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b.	= 28,7	*c* =	12,7
A (BD + 17,821)	= 25,7	*d* =	7,0
B (BD + 17,825)	= 24,3	*e'* =	1,5
a.	= 19,7	*e* =	0,0

Grossissement : 70, de 7^h20^m à 7^h35^m ; 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
6^h45^m	25,7	P=A
55	26,0	P 0,5 A ; P 1, 5 B
		P 2 *a*
7 15	25,7	P=A
20	15,1	*a* 6 P 3 *c*
24	13,7	A 6 P 1 *c*
30	12,6	*c* 0, 5 P 4 *d*
35	9,8	*c* 3 P 3 *d*
37	9,4	*c* 4 P 3 *d*
45	4,2	*d* 2 P 3 *e*
50	2,0	P=*e'* ; *d* 4 P 2 *e*
55	0,7	*e'* 1 P 1 *e* (1)
59	1,5	P=*e'* (1)
8 6	7,0	P=*d*
8^h15^m	7,0	P=*d*
25	10,2	*c* 3 P 4 *d*
30	12,7	P=*c*
35	14,7	*a* 5 P 2 *c*
39	15,1	*a* 4 P 2 *c*
48	15,7	*a* 4 P 3 *c*
53	16,2	*a* 3,5 P 3,5 *c*
58	15,7	*a* 4 P 3 *c*
9 2	15,1	*a* 4 P 2 *c*
12	17,5	*a* 2 P 4 *c*
17	17,5	*a* 2 P 4 *c*
26	17,5	*a* 2 P 4 *c*
29	15,7	*a* 4 P 3 *c*
35	13,9	*a* 5 P 1 *c*
41	13,2	P 0,5 *c*
49	15,1	*a* 4 P 2 *c*
59	15,7	*a* 4 P 3 *c*
10 14	12,2	*c* 0,5 P (2)
29	9,7	*c* 3 P 2.5 *d*
36	7,0	P=*d*
43	4,8	*d* 2 P 3 *e'*
46	3,7	*d* 3 P 2 *e'*
11 0	6,5	*d*=P 6 *e*
4	8.7	*c* 3,5 P 1,5 *d* (3)

heures	degrés	comparaisons
h m		
11 11	8,9	c 4 P 2 d (4)
15	9,4	c 2,5 P 2,5 d (4)
17	13,2	P 0,5 c
24	17,3	a 2 P 4 c
28	18,4	a 1 P 4,5 c
36	17,7	a 2 P 5 c
40	18,6	a 1 P. 5,5 c
57	23,3	b 3 P 2 a
12 2	25,6	A=P 1 B : b 3 P (5)
16	25,2	b 2 A 2 P 1 B (5)
		b 3 P

Séquences :

h m	
7 59	b 4 A 1 B 5 a
	a 9 c 6 d 6 e' 2 e
8 58	b 4 A 0,5 B 5 a
	a 9 c 6 d 4 e' 2 e
9 49	b 3 B 0,5 A 5 a
	a 8 c 5 d 6 e' 1 e
10 36	b 3 B 0,5 A 6 a
	a 7 c 5 d 6 e' 1 e
12 16	B 3 a 6,5 c 5 d (5)
	d 6 e 0,5 e'

Notes. — (1) Légers nuages par instants.
(2) Les étoiles e' et e deviennent très faibles : brume basse épaisse.
(3) Le voisinage d'une petite étoile gêne.
(4) Etoile voisine très gênante.
(5) e et e' sont presque invisibles; il est possible que les écarts de b, A, B avec a tiennent à la position relative actuelle des étoiles dans le champ

---

21 Février. — 2415437

Etoiles de comparaison :

A (BD +17,825) = 17,5 deg. a = 7,6 deg
B (BD +17,826) = 12,3 m = 0,0

Grossissement : 100 de 7h51m à 8h20m et de 10h4m à 10h35m; 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 0	7, 3	P=a ou a 0,5 P
6	7, 1	b 1 a=P
16	6, 6	a 1 P
21	6, 1	a 1,5 P
31	4, 8	a 3 P 5 m
35	4, 3	A 5 B 1 b 2 a
		a 3 P 4 m
44	3, 3	a 5 P 4 m
47	2, 0	P 2 m
51	1, 0	A 6 B 2 b 2 a
		a 6,5 P 1 m
57	2, 0	P 2 m
8 1	1, 3	P 1,5 m ; a 6,5 P
11	3, 3	a 5 P 4 m
14	4, 3	a 4 P 5 m
18	6, 3	a 1 P 6 m
20	5, 3	a 2 P 5 m
22	4, 8	a 3 P 5 m
28	6, 1	a 1,5 P 6 m
32	6, 8	a 1 P 7 m (1)
		P=a 1 b
40	9, 1	P=b 1,5 a
		a 2 P 1 b (2)
47	10, 5	P=B 3 b
		P 1 a 2 b
56	12, 7	P 0,5 B ; P 6 b
		P 5 a 0 5 b
9 0	10, 5	A 2,5 P 2,5 B
		B 5 b 1 a 8 m
12	14, 4	A 3 P 2 B
		A 2,5 P 2,5 B
18	13, 4	A 4 P 1 B
33	10, 3	B 2 P=b
48	6, 3	A 4,5 b 1,5 B
		B 6,5 a 1 P 6 m
53	5, 5	A 5 B 0,5 b 3 a
		a 2 P 5,5 m
10 0	1, 8	a 6 P 2 m
4	1, 5	b 3 a 6 P 1,5 m
12	0, 5	P 0,5 m

heures	degrés	comparaisons
h m		
10 15	0, 0	P=*m*; B 3 *b* 2 *a*
24	1, 5	P 1,5 *m*
35	3, 5	A 5 B 2 *b* 3 *a*
		a 3,5 P 3 *m*
39	4, 0	A 5 B 2 *b* 3 *a*
		a 3 P 3,5 *m*
57	5, 3	*b* 2 *a* 2,5 P 5,5 *m*
		b 5 P
11 12	11, 8	B=P 0,5 *b* 3 5 *a*
23	12, 4	P 0,5 B=*b* (3)
		A 5,5 P
35	12, 3	B=P 1 *b* 1,5 *a*
40	13, 3	A 5 B 2 *b* 3 *a* 7 *m*
		P 1 B
51	12, 3	B=P 1 *b* (4)
12 0	13, 3	*b* 1 B 1 P (4)

Notes. — Ciel brumeux: brume basse très épaisse.

(1) Champ éclairé.

(2) Champ éclairé ; *a* doit être rouge.

(3) Etoiles deviennent faibles; *m* peu visible.

(4) Etoiles faibles, comparaison difficile. — On n'a pas tenu compte, dans les réductions, de l'étoile *b*, parce qu'elle a semblé présenter des variations dans le cours des observations.

---

22 Février. — 2415438

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	=24,6	*f* =	9,1
b	=20,2	*e* =	8,2
c	=17,5	*g* =	4,5
d	=14,1	*h* =	0,0

Grossissement : 100 de 7h20m à 8h0m et de 10h0m à 10h35m : 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
6 35	19, 0	P 1,5 *c*
41	17, 5	P=*c*
47	16, 5	*c* 1 P
55	14, 1	P=*d*; *b* 3 *c* 4 *d*
58	11, 0	*d* 5 P 5 *e*
7 7	6, 8	*e* 1 P 2 *g*
10	4, 5	*b* 3 *c* 2 *d* 5 *f*
		f 0,5 *e* 4,5 *g*=P
16	3, 0	*e* 3 *g* 1,5 P (1)
20	1, 7	*g* 3 P 2 *h* (1)
22	1, 7	*g* 3 P 2 *h* (1)
30	1, 7	*g* 3 P 2 *h* (1)
39	2, 7	*g* 2 P 3 *h* (2)
8 0	17, 0	*c* 0,5 P
5	15, 3	*c* 2 P 1 *d*
11	15, 3	*c* 3 P 2 *d*
17	16, 6	*c* 1 P 2,5 *d*
22	17, 5	*c*=P
29	17, 5	P=*c*
36	16, 8	*b* 4 P=*c*
48	20, 3	*b*=P 3 *c*
53	17, 5	P=*c*
9 0	16, 8	*b* 2,5 *c* 1 P 3 *d*
		d 5 *f* 1 *e* 4,5 *g* 3 *h*
3	15, 5	*c* 2 P 1,5 *d*
8	15, 3	*c* 2 P 1 *d*
14	15, 8	*c* 1,5 P 1,5 *d*
26	14, 3	*c* 3 *d*=P
33	13, 1	*d* 1 P 4 *f*
38	12, 1	*d* 2 P 3 *f* 1 *e*
47	9, 1	P=*f*
55	6, 3	*e* 2 P 2 *g*
10 0	1, 7	*g* 1 P 4 *h*
2	2, 2	*g* 2 P 2 *h*
9	2, 2	*g* 2,5 P 2,5 *h*
14	1, 5	*g* 3 P 1,5 *h*
19	1, 3	*g* 3 P 1 *h*
24	4, 5	P=*g*
28	8, 2	P=*e* 1 *f*
34	11, 1	*d* 3 P 2 *f*

heures	degrés	comparaisons
h m		
10 35	14, 1	P = *d*
41	15, 3	*c* 2 P 1 *d*
45	15, 8	*c* 2 P 2 *d*
54	16, 5	*c* 1 P 2,5 *d*
11 1	17, 0	*c* 0,5 P 3 *d*
8	18, 3	*b* 1 *c* = P
19	21, 2	*a* 2 P 2 *b* (3)
		P 2,5 *c* ; *b* 2 *c* (3)
30	21, 1	*a* 3 P 2 *b* (3)
38	20, 5	*a* 4 P 3 *c* (3)
		P 2 *b*
47	20, 8	*a* 4 P 0,5 *b* (3)
		P 2,5 *c*
55	17, 5	P = *c* (3)
12 4	15, 0	*c* 2,5 P 1 *d* (3)

Séquence :

h m
9 47 *a* 3 *b* 3 *c* 2,5 *d*
d 5 *f* 1 *e* 3 *g* 4,5 *h*

Notes : Ciel brumeux, brume basse, très épaisse.

(1) Le voisinage de * C gêne beaucoup.

(2) A partir de 7h40m on ne peut plus observer : la planète est trop près de C.

(3) Images faibles; brume gêne.

---

23 Février. — 2415439

Etoiles de comparaison :

	deg		deg.
B (B D + 16,720)	= 22,5	*c*	= 7,7
C (B D + 16,719)	= 17,7	*d*	= 4,6
a	= 12,3	*f*	= 0,0

Grossissement : 45 de 6h42m à 6h59m; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
6,42	12, 3	P = *a*
48	11, 8	*a* 0,5 P
6 59	9, 5	*a* 2 P 1 *c*
7 3	9, 0	*a* 3 P 1 *c*
5	7, 7	P = *c*
12	5, 6	*c* 2 P 1 *d*
21	4, 6	P = *d*
25	6, 7	*c* 1 P
26	7, 7	P = *c*
30	8, 5	*a* 4 P 1 *c*
35	9, 0	*a* 4 P 2 *c*
41	10, 0	B 5 C 4,5 *a*
		a 3 P 3 *c* 3 *d*
50	10, 5	*a* 2 P 3 *c*
54	12, 3	P = *a*
8 1	13, 4	C 4 P 3 *a* (2)
		P = *a* (1)
7	15, 5	C 3 P 4 *a* (1 2)
12	11, 8	C 4,5 P 2 *a*
16	13, 3	C 5 P 1,5 *a*
20	13, 0	C 5 P 1 *a*
28	15, 4	C 4,5 P 1 *a* (1)
		C 0,5 P 5,5 *a* (2)
34	15, 1	C 4 P 1 *a* (1)
		C 1,5 P 5 *a* (2)
42	14, 4	C 4 P 1,5 *a* (1)
		C 3 P 3 *a* (2)
48	13, 9	C 4,5 P 1 *a* (1)
		C 3 P 2 *a* (2)
51	13, 4	C 4 P 1 *a* (1 3)
		C 4 P 0,5 *a* (2 3)
57	12, 8	P = *a* (1)
		P 1 *a* (2)
9 5	10, 9	*a* 3 P 2 *c* (1)
		P = *a* (2)
11	9, 0	*a* 4 P 1 *c* (1)
		a 3 P 2 *c* (2)
18	8, 2	P = *c* (1)
		P 1 *c* (2)
25	6, 6	*c* 1 P 2 *d* (1)
29	5, 4	*c* 1,5 P 1,5 *d* (1)
		P = *d* (2)

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 31	5, 1	c 2 P 1 d (1)
		P = d (2)
35	4. 8	c 2 P 1 d (1)
		d 0,5 P (2)
40	2, 9	d 2 P 2,5 f (1)
		f 3 P 1 d (2)
44	5, 3	c 2 P 2 d (1)
		P = d (2)
50	5. 6	c 2 P 1 d (1)
		c 2 P 1 d (2 4)
56	7. 1	c = P 3 d (1)
		c 1 P 2 d (2)
10 0	8, 3	a 3,5 P = c (1)
		a 3 P 0,5 c (2)
5	10, 5	a 2 P 3 c (1)
11	10, 0	a 3 P 2 c (1)
		a 2 P 3 c (2)
18	11. 2	a 2 P 2 c (1)
		P = a (2)
24	12, 8	P = a (1)
		P 1 a (2)
27	14, 5	C 3 P 2 a (1)
		C 3 P 2 a (2)
34	14. 5	C 3 P 2 a (1)
		C 3 P 2 a (2)
41	17. 4	C 0,5 P 4 a (1 5)
47	17, 5	C = P 5 a
54	17, 5	P = C 5 a
11 8	16, 5	C 1 P 4 a
16	15, 5	C 2 P 3 a
26	15, 0	C 2,5 P 2,5 a
35	15, 4	C 2,5 P 3 a
49	14, 5	C 3 P 2 a
59	14. 0	C 3 P 1 a
12 9	12, 3	P = a
13	5, 1	C 3 P 1 d

Séquences :

h m
10 25 B 5 C 4,5 a
a 4 c 3 d 5 f

h m
11 26 B 4,5 C 5 a
a 5 c 5 d 5 f

Notes : Ciel brumeux, lune éclaire un peu ; brume basse épaisse. Au coucher du soleil on voyait à l'ouest des paquets de brume ou de fins cirrus.

(1) Tête droite.
(2) Yeux parallèles aux étoiles.
(3) B voisine gêne.
(4) La comparaison de P à c est gênante dans la position (2).
(5) Brume disparue.

---

25 Février. — 2415441

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
A (B D + 15.781)	= 30,0	c	= 10,5
B (B D + 15,780)	= 26,0	d	= 7,6
a (B D + 15,784)	= 20,0	e	= 3,9
C (B D + 15,782)	= 19,5	f	= 0,0
b	= 14,7		

Grossissement : 45 à 7h40m et de 10h47m à 11h24m; 100 à 7h44m et de 8h49m à 9h51m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 40	20, 0	P = a (1)
44	17, 8	a 2 P 3 b (1)
48	16, 8	a 3 P 2 b (1)
51	14, 7	P = b (1)
55	15, 8	a 4 P 1 b (1)
57	14, 7	P = b ? (2)
59	17, 4	a 2,5 P 2,5 b (3)
8 8	14, 2	b 0,5 P (4)
17	13, 7	b 1 P (5)
18	13, 6	b 2 P 4 c
20	12, 6	b 3 P 3 c
22	11, 8	b 4 P 2,5 c (1)
25	11, 6	b 4 P 2 c
28	12, 0	P 1,5 c
30	11, 1	b 4 P 1 c

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 32	10, 5	P=*c*
43	8, 5	*c* 2 P (1)
47	8, 1	P 0.5 *d*; *c* 3 *d*
49	5, 5	*d* 1,5 P 1 *e* (3)
58	3, 9	P=*e*
9 6	1, 7	*e* 2,5 P 2 *f*
11	2, 4	*c* 2,5 *d* 3 *e*
		e 1 P 2 *f*
16	3, 9	P=*e*
21	2, 7	*e* 0,5 P 2 *f*
25	5, 0	*d* 2,5 P 1 *e*
29	5, 7	*d* 2 P 2 *e*
32	7, 7	*d* 1 P 3 *e*
35	7, 6	P=*d*
39	8, 8	*c* 1,5 P 1 *d*
45	11, 6	*b* 2 P=*c*
51	11, 8	*b* 1,5 P=*c*
59	12, 3	*b* 1 P 1,5 *c*
10 5	13, 8	*a* 5 *b* 0,5 P 3 *c*
		c 3 *d* 2,5 *e* 5,5 *f*
8	14, 7	P=*b*
10	14, 7	P=*b*
20	15, 3	*a* 5 P 1 *b*
25	16, 1	*a* 4 P 1,5 *b*
30	16, 6	*a* 3,5 P 2 *b*
35	15, 9	*a* 4,5 P 1,5 *b*
47		A 4 B 6 C
	17, 1	*a* 2,5 P 2 *b* 3,5 *c*
		c 3 *d* 3 *e* (6)
		a 0,5 C
58	14, 7	P=*b*
11 4	14, 7	P=*b*
10	12, 9	*b* 1,5 P 2 *c*
14	12, 6	*b* 2 P 2 *c*
24	9, 9	P=*c* ; *b* 4,5 P
27	10, 1	P=*c* ; *b* 5 P
32	9, 6	*c* 1 P 2 *d*
37	8, 6	*c* 2 P 1 *d*
43	7, 5	P=*d*
49	5, 0	*d* 2,5 P 1 *e*
11 54	3, 4	*e* 0,5 P (7)
59	2, 0	*e* 2 P 2 *f* (7)
12 8	3, 9	P=*e* (7)
14	4, 4	P 1,5 *e* (7)
19	5, 5	*d* 2,5 P 2 *e* (7)
24	7, 1	*d* 0,5 P (7)
27	6, 6	*d* 1 P (8)

Notes : Lune tout près gêne : bandes de fins cirrus par le ciel.

(1) Cirrus ténus devant.
(2) P et *b* diffuses ; limite de visibilité.
(3) Réseau de cirrus.
(4) Cirrus plus épais.
(5) Cirrus passés.
(6) *e* limite de visibilité.
(7) P difficile par vision oblique.
(8) Bonne observation

---

26 Février. — 2415442

Etoiles de comparaison :

	deg.
A (B D+15,794)	= 14,4
B (B D+15,796)	= 12,4
E (B D+15,800)	= 8,6
C (B D+15,798)	= 5,3
J.	= 0,0
K	= -4,5

Grossissement : 45 à 6h55m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
6 55	5, 3	P=C (1)
7 13	7, 6	B 4 P 1,5 C (1)
18	7, 9	B 4 P 2 C (2)
22	9, 6	B 2 P 3,5 C (2)
29	9, 7	A 2 B 2 P (1)
		P 1,5 E 3 C
34	8, 6	P=E (1)
39	9, 7	B 2 P 0,5 E (2)
		E 3,5 C

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 49	8, 6	P=E (2)
59	8, 1	E 0,5 P (2)
8 11	6, 7	E 2 P 1,5 C (2)
16		A 2 B 6 C (2)
		B 4 E 3 C
	6, 2	E 2 P 1 C
		ou P=C
21	5, 3	P=C (2)
30	4, 3	C 1 P (2)
36	2, 9	C 2 P 2,5 J (2)
45	1, 4	C 3,5 P 1 J (2)
49	0, 0	P=J ; C 6 J (2)
59	-2, 0	J 2 P (4)
9 9	-3, 0	J 3 P ; P 1,5 K (5)
31	4, 6	C 0,5 P ; C 4,5 J
36	5, 3	P=C
45	6, 2	E 2,5 P 1 C
49	7, 2	E 1,5 P 2 C
55	8, 0	E 1 P 3 C
10 10	10, 2	B 2,5 P 2 E
14	10, 5	B 2 P 2 E
22	11, 6	P 3 E (6)
27	10, 7	B 2 P 2,5 E
30	9, 7	A 2 B 3 P 1,5 E (7)
		E 3 C 6,5 J
36	8, 6	P=E
40	8, 2	E 3 C ; E 0,5 P
45	6, 9	E 1,5 P 1,5 C
50	6, 7	E 2 P 1,5 C
53	5, 3	P=C
57	4, 8	C 0,5 P (8)

Notes : Lune tout près gêne ; ciel cirreux.
(1) Léger cirrus.
(2) Région claire.
(3) Par trouées dans des fracto-cumulus.
(4) P très difficile à voir.
(5) K visible par vision oblique et très difficilement.
(6) A l'équatorial coudé.
(7) J très faible.
(8) Voisinage de E gêne. Images diffuses, très faibles.

8 Mars. — 2415452

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
A (B D+12.974)	=26,6	b=12,1
B (B D+12,990)	=24,6	a=10,4
C (B D+12,962)	=21,6	c=9,2
D (B D+12,967)	=18,6	e=6,7
E (B D+12,970)	=17,6	d=6,2
		f=0,0

Grossissement : 100 de 7h33m à 10h35m ; 250 à 10h38m ; 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 3	11, 6	b 0,5 P
13	12, 6	P 0,5 b
23	14, 1	P 2 b
33	10, 6	P 2,5 b 1 a
41	12, 6	P 0,5 b
48	11, 6	b 0,5 P
51	10, 8	b 1 P=a
57	10, 7	b 1,5 P 0,5 a
8 1		b 2 a 0,5 P
	9, 8	P 0,5 c 1 d
		d=e 6 f
11	7, 3	a 2 P=d
19	2, 9	e 3,5 P 2,5 f
25	2, 0	P 2 f
27	1, 5	P 1,5 f
29	2, 6	e 3,5 P 2 f
33	2, 4	e 4,5 P 2 f
39	1, 4	e 5 P 1 f
42	2, 4	e 4,5 P 2 f
47	3, 1	e 3,5 P 3 f
50	4, 1	e 2,5 P 4 f
52	4, 6	e 2 P 4,5 f
54	4, 9	e 1,5 P 4,5 f
57	6, 2	e 0,5 P
9 0	6, 5	P=e=d (1)
7	6, 7	P=e 0,5 d

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 14	6, 7	*a* 2,5 *e*=P
		P 0,5 *d*2 (2)
18	8, 2	*b* 2 *a* 2 *c* 0,5 P
		P 1 *e* 1 *d* 5,5 *f*
25	7, 5	*a* 2 P=*e*
32	8, 3	*a* 1 P 0,5 *e*
38	9, 0	*a* 0,5 P 1 *e*
		b 3 P 3 *d*
43	10, 4	*a*=P ; *b* 2 P 4 *d*
49	10, 6	*b* 2 *a*=P 2 *c*
		c 2,5 *e* 1,5 *d*
54	10, 4	*b* 1,5 P 4 *d*
59	11, 3	*b* 1 P 1 *a*
10 5	11, 1	*b* 1 P
11	10, 8	P 0,5 *a*
17	10, 7	*b* 1,5 P 4 *d*
26	10, 0	*b* 2 P=*c* 0,5 *a* (3)
		a 3 *e* 1,5 *d* 6,5 *f*
35	9, 2	*b* 3 P 3 *d*
38	9, 2	P=*c*
49	6, 7	*e*=P
11 1	5, 2	*c* 2,5 *e* 0,5 *d* 1 P
6	3, 9	*d* 2,5 P 4 *f* (4)
9	3, 4	*d* 3 P 3,5 *f*
12	3, 1	*d* 3 P 3 *f*
14	2, 6	*d* 4 P 3 *f*
18	2, 4	*d* 4 P 2,5 *f*
21	1, 9	*d* 4,5 P 2 *f*
25	1, 4	*d* 5 P 1,5 *f*
		e 0,5 *d*
29	1, 9	*d* 4 P 1,5 *f*
34	2, 1	*d* 4 P 2 *f*
40	2, 6	*d* 3,5 P 2,5 *f*
44	3, 1	*d* 3 P 3 *f* ; *d*=*e*
47	4, 1	*d* 2 P 4 *f*
51	4, 9	*d* 1,5 P 5 *f*
57	5, 2	*d* 1 P
12 2	6, 5	*d*=P=*e*

Séquence :

h m
10 45 A 2 B 3 C 3 D 1 E
E 5,5 *b* 1,5 *a*
a=*c* 1,5 *e* 1,5 *d*

Notes : Quelques nuages par le ciel, mais pas vers P, puis ciel devient très pur à l'arrivée du vent N assez fort.
(1) *d* est au-dessus de *e* dans le champ.
(2) Lune se lève.
(3) Voisinage de *d* gêne.
(4) *f* très faible ; difficile.

---

9 Mars = 2415453

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
e.	=14,2	*f*=	4,0
d.	=10,9	*g*=	0,0
c.	= 5,5		

Grossissement : 45 à 7h20m ; 100 à 7h27m et de 8h34m à 9h40m ; 70 pour les autres observations.

---

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 20	10, 9	P=*d*
27	11, 8	*e* 2,5 P 1 *d*
35	8, 9	*d* 2 P
44	5, 5	P=*c*
46	3, 8	*c* 1 P 3 *g*
52	5, 4	*e* 3 *d* 5 P 0,5 *c*
		c 1,5 f 2 *g*
58	5, 5	P=*c* 1,5 *f* 3 *g*
8 7	4, 2	P=*f* ; *c* 1 P
		P 4 *g*
11	2, 7	*f* 1,5 P 3 *g*
14	2, 0	*f* 2 P 2 *g*
20	1, 5	*f* 2,5 P 1,5 *g*
25	1, 5	*f* 2 P 1 *g*
28	2, 0	*f* 2 P 2 *g*
34	1, 3	*f* 3 P 1,5 *g* (1
38	0, 3	*f* 4 P 0,5 *g* (2)
42	0, 5	P 0,5 *g* : *f* 3,5 P

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 47	1, 5	*f* 3 P 2 *g* (2)
52	2, 5	*f* 2 P 3 *g* (2)
55	4, 0	P=*f* (2)
9 2	4, 5	P 0,5 *f* (2)
13	6, 2	*d* 4,5 P 0,5 *c* (2)
22	7, 7	*e* 3 *d* 3 P 2 *c* (2)
28	8, 0	*d* 3 P 2,5 *c* (2)
32	11, 0	*e* 3 *d*=P (2)
40	11, 5	*e* 3 P 1 *d* (3)

Notes : Cirrus par le ciel.
(1) Clair.
(2) Cirrus.
(3) Ensuite cirrus épais arrêtent.

16 Mars. — 2415460

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
d.	=14,2	*b*=	5,3
c.	= 7,3	*a*=	0,0

Grossissement : 45 à 9h4m; 100 de 9h14m à 9h35m, et de 11h1m à 11h24m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 4	0, 0	P=*a*
14	2, 1	*b* 3 P 2 *a*
24	0, 9	P 0,5 *a*; *b* 4 P
27	1, 6	*b* 4 P 2 *a*
32	2, 6	*b* 2,5 P 2,5 *a*
9 35	5, 3	P=*b*
39	5, 8	P 0,5 *b*
45	8, 3	P 1 *c* 2 *b* 6 *a*
55	9, 8	*d* 4,5 P 2,5 *c*
		c 2 *b* 5,5 *a*
10 5	11, 0	*d* 3,5 P 4 *c*
10	13, 0	*d* 1,5 P 6 *c*
20	13, 0	*d* 1,5 P 6 *c*
26	14, 2	P=*d*
30	11, 8	*d* 2 P 4 *c*
32	11, 0	*d* 3 P 3,5 *c*
10 38	10, 3	*d* 4 P 3 *c*
44	9, 5	*d* 4,5 P 2 *c*
50	5, 8	P 0,5 *b* (1)
11 1	5, 3	P—*b* (2)
7	4, 3	*b* 1 P (2)
13	2, 2	*b* 3 P 2 *a* (2)
17	0, 0	P=*a* (2)
24	—0, 5	*a* 1,5 P
29	—2, 5	*a* 2,5 P
32	—3, 5	*a* 3,5 P (3)

Notes : Le ciel s'éclaircit tard. Définition très mauvaise, les étoiles fusent, disques étalés. Vent sud fort.
(1) Observation faite au coudé.
(2) Le voisinage de *b* gêne.
(3) Ensuite nuages arrêtent.

23 Mars. — 2415467

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b.	= 7,0	*a*=	0,0

Grossissement : 100 à 8h7m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 35	0, 0	P—*a*
51	2, 0	P 2 *a* (1)
8 7	6, 0	P 5 *a*; *b* 1 P
15	4, 3	*b* 2,5 P 4 *a*
19	2, 7	*b* 4,5 P 3 *a*
23	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
26	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
30	4, 5	*b* 2,5 P 4,5 *a*
35	5, 0	*b* 2 P 5 *a*
39	4, 5	*b* 2,5 P 4,5 *a*
44	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
50	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
54	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
57	2, 5	*b* 4,5 P 2,5 *a* (2)

Notes : Cirrus par le ciel.
(1) Puis P passe très près de *a*.
(2) Cirrus épais interrompent.

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 14	6, 7	*a* 2,5 *e*=P
		P 0,5 *d*2 (2)
18	8, 2	*b* 2 *a* 2 *c* 0,5 P
		P 1 *e* 1 *d* 5,5 *f*
25	7, 5	*a* 2 P=*e*
32	8, 3	*a* 1 P 0,5 *e*
38	9, 0	*a* 0,5 P 1 *e*
		b 3 P 3 *d*
43	10, 4	*a*=P ; *b* 2 P 4 *d*
49	10, 6	*b* 2 *a*=P 2 *c*
		c 2,5 *e* 1,5 *d*
54	10, 4	*b* 1,5 P 4 *d*
59	11, 3	*b* 1 P 1 *a*
10 5	11, 1	*b* 1 P
11	10, 8	P 0,5 *a*
17	10, 7	*b* 1,5 P 4 *d*
26	10, 0	*b* 2 P=*c* 0,5 *a* (3)
		a 3 *e* 1,5 *d* 6,5 *f*
35	9, 2	*b* 3 P 3 *d*
38	9, 2	P=*c*
49	6, 7	*e*=P
11 1	5, 2	*c* 2,5 *e* 0,5 *d* 1 P
6	3, 9	*d* 2,5 P 4 *f* (4)
9	3, 4	*d* 3 P 3,5 *f*
12	3, 1	*d* 3 P 3 *f*
14	2, 6	*d* 4 P 3 *f*
18	2, 4	*d* 4 P 2,5 *f*
21	1, 9	*d* 4,5 P 2 *f*
25	1, 4	*d* 5 P 1,5 *f*
		e 0,5 *d*
29	1, 9	*d* 4 P 1,5 *f*
34	2, 1	*d* 4 P 2 *f*
40	2, 6	*d* 3,5 P 2,5 *f*
44	3, 1	*d* 3 P 3 *f* ; *d*=*e*
47	4, 1	*d* 2 P 4 *f*
51	4, 9	*d* 1,5 P 5 *f*
57	5, 2	*d* 1 P
12 2	6, 5	*d*=P=*e*

Séquence :

h m
10 45 A 2 B 3 C 3 D 1 E
E 5,5 *b* 1,5 *a*
a=*c* 1,5 *e* 1,5 *d*

Notes : Quelques nuages par le ciel, mais pas vers P, puis ciel devient très pur à l'arrivée du vent N assez fort.
(1) *d* est au-dessus de *e* dans le champ.
(2) Lune se lève.
(3) Voisinage de *d* gêne.
(4) *f* très faible ; difficile.

---

9 Mars = 2415453

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
e.	=14,2	*f*=	4,0
d.	=10,9	*g*=	0,0
c.	= 5,5		

Grossissement : 45 à 7h20m ; 100 à 7h27m et de 8h34m à 9h40m ; 70 pour les autres observations.

---

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 20	10, 9	P=*d*
27	11, 8	*e* 2,5 P 1 *d*
35	8, 9	*d* 2 P
44	5, 5	P=*c*
46	3, 8	*c* 1 P 3 *g*
52	5, 4	*e* 3 *d* 5 P 0,5 *c*
		c 1,5 f 2 *g*
58	5, 5	P=*c* 1,5 *f* 3 *g*
8 7	4, 2	P=*f* ; *c* 1 P
		P 4 *g*
11	2, 7	*f* 1,5 P 3 *g*
14	2, 0	*f* 2 P 2 *g*
20	1, 5	*f* 2,5 P 1,5 *g*
25	1, 5	*f* 2 P 1 *g*
28	2, 0	*f* 2 P 2 *g*
34	1, 3	*f* 3 P 1,5 *g* (1)
38	0, 3	*f* 4 P 0,5 *g* (2)
42	0, 5	P 0,5 *g* ; *f* 3,5 P

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 47	1, 5	*f* 3 P 2 *g* (2)
52	2, 5	*f* 2 P 3 *g* (2)
55	4, 0	P = *f* (2)
9 2	4, 5	P 0,5 *f* (2)
13	6, 2	*d* 4,5 P 0,5 *c* (2)
22	7, 7	*e* 3 *d* 3 P 2 *c* (2)
28	8, 0	*d* 3 P 2,5 *c* (2)
32	11, 0	*e* 3 *d* = P (2)
40	11, 5	*e* 3 P 1 *d* (3)

Notes : Cirrus par le ciel.
(1) Clair.
(2) Cirrus.
(3) Ensuite cirrus épais arrêtent.

16 Mars. — 2415460

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
d	= 14,2	*b* =	5,3
c	= 7,3	*a* =	0,0

Grossissement : 45 à 9h4m; 100 de 9h14m à 9h35m, et de 11h1m à 11h24m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 4	0, 0	P = *a*
14	2, 1	*b* 3 P 2 *a*
24	0, 9	P 0,5 *a*; *b* 4 P
27	1, 6	*b* 4 P 2 *a*
32	2, 6	*b* 2,5 P 2,5 *a*
9 35	5, 3	P = *b*
39	5, 8	P 0,5 *b*
45	8, 3	P 1 *c* 2 *b* 6 *a*
55	9, 8	*d* 4,5 P 2,5 *c*
		c 2 *b* 5,5 *a*
10 5	11, 0	*d* 3,5 P 4 *c*
10	13, 0	*d* 1,5 P 6 *c*
20	13, 0	*d* 1,5 P 6 *c*
26	14, 2	P = *d*
30	11, 8	*d* 2 P 4 *c*
32	11, 0	*d* 3 P 3,5 *c*
10 38	10, 3	*d* 4 P 3 *c*
44	9, 5	*d* 4,5 P 2 *c*
50	5, 8	P 0,5 *b* (1)
11 1	5, 3	P = *b* (2)
7	4, 3	*b* 1 P (2)
13	2, 2	*b* 3 P 2 *a* (2)
17	0, 0	P = *a* (2)
24	—0, 5	*a* 1,5 P
29	—2, 5	*a* 2,5 P
32	—3, 5	*a* 3,5 P (3)

Notes : Le ciel s'éclaircit tard. Définition très mauvaise, les étoiles fusent, disques étalés. Vent sud fort.
(1) Observation faite au coudé.
(2) Le voisinage de *b* gêne.
(3) Ensuite nuages arrêtent.

23 Mars. — 2415467

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b	= 7,0	*a* =	0,0

Grossissement : 100 à 8h7m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 35	0, 0	P = *a*
51	2, 0	P 2 *a* (1)
8 7	6, 0	P 5 *a*; *b* 1 P
15	4, 3	*b* 2,5 P 4 *a*
19	2, 7	*b* 4,5 P 3 *a*
23	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
26	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
30	4, 5	*b* 2,5 P 4,5 *a*
35	5, 0	*b* 2 P 5 *a*
39	4, 5	*b* 2,5 P 4,5 *a*
44	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
50	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
54	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
57	2, 5	*b* 4,5 P 2,5 *a* (2)

Notes : Cirrus par le ciel.
(1) Puis P passe très près de *a*.
(2) Cirrus épais interrompent.

28 Mars. — 2415472

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 6,8	*c* =	0,8
b.	= 5,0	*f* =	0,0
d.	= 3,1		

Grossissement : 100 toute la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 35	0, 4	*b* 5 P 1 *c* (1)
9 0	6, 3	*a* 0,5 P
8	6, 3	*a* 0,5 P
13	3, 9	*a* 0,5 *b* 2 P 4 *c* (2)
	2, 3	*b* 2,5 *d* 0,5 P 2 *f*
26	6, 9	*a* = P 2 *b* 2 *d* (2)
34	6, 6	P = *a* 1,5 *b* (2)
		b 1,5 *d* 3 *f*
40	6, 8	P = *a* 2 *b* 3 *d*
46	4, 8	P = *b* 1,5 *d*
54	2, 1	*d* 1 P 2 *f*
10 0	1, 8	*d* 1,5 P 2 *f*
5	1, 3	*d* 2 P 0,5 *f*
13	0, 3	*a* 1,5 *b* = *d* 3 P
		P 0,5 *f*
22	0, 0	P = *f*
28	—0, 5	*f* 0,5 P
34	—1, 0	*f* 1 P (3)
39	—2, 0	*f* 2 P
51	—1, 5	*a* 2 *b* 3 *d* 3 *f*
		f 1,5 P
11 0	—3, 0	*f* 3 P (4)
8		(5)

Notes : Le voisinage de la lune gêne ; ciel nuageux, cirro-stratus et alto-cumulus.

(1) Avant les nuages cachaient P.

(2) Région très pure.

(3) *f* difficile à voir.

(4) P presque invisible.

(5) *f* difficile ; P invisible. La brume et la lune arrêtent.

29 Mars. — 2415473

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b (B D + 5,1583) =	15,9	*a* =	6,1
d	= 12,6	*f* =	0,0
c	= 10,6		

Observations faites à l'équatorial coudé avec l'oculaire à grand champ, dit de Grévy.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 23	10, 0	*b* 5 P 3 *a* (1)
32	9, 5	*b* 6 P 2 *a* ; P = *c*
35	7, 9	*c* 1 P = *a*
46	5, 6	P 0,5 *a*
49	6, 8	*b* 6 *c* 3 *a* = P
59	4, 0	*a* 2 P 4 *f*
8 9	3, 6	*a* 3 P 4 *f*
15	5, 0	*a* 1 P 5 *f*
19	5, 3	*a* 0,5 P 5 *f*
26	6, 1	P = *a*
30	5, 6	P 0,5 *a*
36	6, 1	*c* 3 P 1,5 *a*
42	9, 0	*c* 2 P 3 *a* (2)
		b 6,5 P
50	10, 3	*c* 0,5 P 4,5 *a* (3)
57	10, 3	P 0,5 *c*
		b 6,5 P 5 *a*
9 2	11, 2	P 1 *c* ; *b* 5 P 5 *a*
15	12, 5	*b* 3 *d* = P 2 *c* (4)
		b 4 P
23	12, 5	*d* = P 3,5 *b*
32	13, 6	P 1 *d* ? (5)
41	12, 3	*d* 0,5 P ; P 2 *c* (6)

Notes : Lune ; brume par le ciel : brume basse épaisse.

(1) Crépuscule gêne.

(2) Champ laiteux, brume évidente.

(3) Champ profond, très pur.

(4) Etoiles très faibles, ciel laiteux, *c* invisible ; cirrus.

(5) Cirrus plus épais. P s'entrevoit à peine. *d* invisible.

(6) *c* presque invisible ; ensuite P est invisible.

8 Avril. — 2415483

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 6,1	*d* =	0,0
c	= 1,8		

Grossissement : 45 de 8h0m à 8h35m; 100 tout le reste de la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8. 0	<0, 0	P < *d*
35	3, 8	*a* 1,5 P 3 *d*
42	1, 8	*a* 4,5 P 2 *d*
51	2, 5	*a* 4 P 3 *d*
57	4, 0	*a* 3 P 5 *d*
	3, 4	*a* 3 P 2 *c* 3 *d*
9 3	3, 7	*a* 2,5 P 2 *c* (1)
27	5, 5	*a* 0,5 P
35	3, 5	*a* 2 P 1 *c*
57	1, 8	P = *c*
10 6	1, 4	*a* 5 P = *c* 2 *d*
19	0, 0	P = *d*
30	—2, 0	*d* 2 P (2)

Notes : Cirrus par le ciel : brume basse épaisse.
(1) Cirrus interrompent.
(2) Cirrus épais jusqu'à l'horizon arrêtent définitivement.

9 Avril. — 2415484

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
A	= 22,2	*c* =	7,7
b	= 12,2	*g* =	4,9
a	= 12,2	*h* =	0,0

Grossissement : 45 de 7h44m à 8h13m; 100 pour les autres obervations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 44	9, 9	*a* 2 P 2 *c*
51	7, 9	P 3 *g*
8 13	7, 8	*a* 4 P 2,5 *g*
8 29	9, 5	*a* 5 *c*; *b* = *a*
		a 1 P 3 *g* 2 *c* 1 *h*
36	12, 0	P = *b* 7 *g*
42	11, 8	*b* = P 6,5 *g* (1)
48	12, 7	P 1,5 *b*
54	14, 7	A 8 P 3 *b*
9 0	14, 9	A 8 P 2,5 *b*
5	13, 7	P 1,5 *b*
8	12, 2	P = *b*
12	10, 1	*b* 2 P 5 *g*
15	9, 8	*b* 2,5 P 5 *g*
20	10, 1	*b* 2 P 5 *g*
25	8, 1	*b* 4 P 3 *g*
29	8, 5	*b* 3,5 P 3,5 *g*
		A 8,5 *b* 7 *g*
33	7, 1	*b* 5 P 2 *g*
37	6, 5	*b* 5,5 P 1,5 *g*
42	5, 5	*b* 7 P 1 *g*
46	4, 9	P = *g*
52	4, 4	P 0,5 *g*
55	4, 2	*g* 0,5 P 4 *h*
59	4, 0	*g* 1 P 4 *h*
10 5	3, 0	*g* 2 P 3 *h*
9	2, 0	*g* 3 P 2 *h*
13	2, 0	*g* 3 P 2 *h*
17	1, 5	*g* 3,5 P 1,5 *h*
21	1, 0	*g* 4 P 1 *h*
25	2, 0	*g* 3 P 2 *h* (2)

Notes : Région claire.
(1) Ciel clair, brume basse.
(2) Peu après nuages arrivent, puis le ciel se couvre rapidement à 10h40m.

10 Avril. — 2416485

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 13,2	*c* =	0,0
b	= 5,7		

Grossissement : 100 pour toutes les observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 0	7, 9	*a* 6 P 3 *b*
12	9, 0	*a* 5 P 4 *b*
18	10, 9	*a* 3 P 6 *b*
24	10, 7	*a* 2,5 P 5 *b*
31	10, 5	*a* 3 P 5 *b*
39	11, 4	*a* 2 P 6 *b*
46	10, 7	*a* 2,5 P 5 *b*
51	11, 5	*a* 1,5 P 5,5 *b*
56	11, 9	*a* 1 P 6 *b*
9 1	11, 7	*a* 1,5 P 6 *b*
5	10, 5	*a* 2,5 P 4,5 *b*
10	10, 2	*a* 3 P 4,5 *b*
14	9, 9	*a* 3 P 4 *b*
18	9, 7	*a* 3,5 P 4 *b*
23	9, 0	*a* 4 P 3 *b*
26	8, 5	*a* 4,5 P 2,5 *b*
30	8, 0	*a* 5 P 2 *b*
36	6, 2	P 0,5 *b*
40	5, 7	*a* 6 P = *b*
45	5, 4	*b* 0,5 P 5,5 *c*
48	4, 6	*b* 1 P 4,5 *c*
9 55	4, 1	*b* 1,5 P 4 *c* (1)
10 0	4, 1	*b* 1,5 P 4 *c*
5	4, 6	*b* 1 P 4,5 *c*
10	5, 7	P = *b* 6 *c*
14	6, 7	P 1 *b*
18	8, 2	*a* 5 P 2,5 *b*
24	8, 7	*a* 4,5 P 3 *b* (2)
42	9, 9	*a* 3 P 4 *b*
45	10, 2	*a* 3 P 4,5 *b*
50	9, 9	*a* 3 P 4 *b* (3)
11 15		(4)

Notes : Quelques nuages par le ciel au début. — Ciel très étoilé.

(1) Cirrus ténus, *c* presque invisible par instants.

(2) Nuages, stratus en formation.

(3) Nuages.

(4) Nuages de plus en plus épais, Cirro stratus.

15 Avril. — 2415490

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
a	= 7,6	*c* = 0.0
b	= 1,4	

Grossissement : 45 à 7h50m; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 50	7, 6	P = *a*
51	7, 1	*a* 0,5 P
58	3, 3	*a* 4 P 1,5 *b*
8 7	3, 3	*a* 4 P 1,5 *b* 1,5 *c*
14	1, 7	P 0,5 *b*; P 1,5 *c*
22	1, 8	*a* 6 P; P 0,5 *b*
		P 2 *c*
30	2, 2	*a* 6 P 1 *b*
		P 2,5 *c*
35	2, 0	P 0,5 *b*; P 2 *c*
41	1, 5	P = *b*; P 1.5 *c*
46	1, 2	*b* = P 1 *c*
51	1, 2	*b* = P 1 *c*
8 55	2, 0	P 0,5 *b*; P 2 *c*
9 0	1, 5	*b* = P 1,5 *c*
10	3, 3	*a* 4 P 2 *b*; P 3 *c*
15	3, 3	*a* 4 P 2 *b*; P 3 *c*
22	3, 3	*a* 4 P 2 *b*; P 3 *c*
28	3, 7	*a* 4 P 2,5 *b*
		P 3 5 *c*
33	4, 0	*a* 3,5 P 2,5 *b*
		P 4 *c*
37	3, 9	*a* 3,5 P 1,5 *b*
		a 3,5 P 3,5 *c*
44	4, 2	*a* 3.5 P 3 *b* (1)
		a 6 *b* 2 *c*; P 4 *c*
50	4, 0	*a* 4 P 3 *b*; P 4 *c*
10 2	4, 7	*a* 3 P 3,5 *b*
10	4, 3	*a* 3 P 3 *b*; P 4 *c* (2)
16	3, 8	*a* 4 P 2,5 *b* (2)
		P 4 *c*

heures	degrés	comparaisons
h m		
10 26	3, 2	*a* 4 P 1,5 *b* (2)
		P 3 *c*
36	3, 0	*a* 4,5 P 1,5 *b* (3)
53	1, 4	P = *b* (4)

Notes : (1) Nuages voisins.
(2) Nuages près de P.
(3) Nuages passent ; de 10h36m à 10h53m interruption par les nuages.
(4) Nuages opaques arrêtent.

17 Avril. — 2415492

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
h.	= 6,8	*b* =	0,0
a.	= 4,9		

Grossissement : 45 à 7h55m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 55	4, 9	P = *a*
8 0	2, 0	*a* 3 P 2 *b*
4	2, 4	*a* 2,5 P 2,5 *b*
9	5, 4	P 0,5 *a*
21	5, 8	*h* 1 P 1 *a*
27	6, 3	*h* 0,5 P 1,5 *a*
35	5, 9	*h* 1,5 P 1 *a*
39	7, 3	P 0,5 *h*
45	7, 4	P 0,5 *h* 2 *a*
50	7, 7	P 0,5 *h* 3 *a* 5 *b*
54	7, 8	P 1 *h*
59	7, 8	P 1 *h*
9 5	7, 4	P 0,5 *h* ; P 2,5 *a*
19	7, 9	P 1 *h* ; P 3 *a*
26	7, 5	P 1 *h* ; P 2 *a*
32	7, 9	P 1 *h* 2 *a* ; P 3 *a*
38	7, 8	P 1 *h* ; P 3 *a*
44	7, 4	P 1 *h* ; P 2 *a*
51	6, 4	P = *h* ; P 1 *a*
58	6, 9	P = *h* ; P 2 *a*
10 8	5, 9	*h* 1 P 1 *a* ; P 6 *b*
14	5, 4	*h* 1,5 P 0,5 *a*
		P 5 *b*
21	5, 1	*h* 2 P 0,5 *a*
		P 6,5 *b*
29	4, 9	P = *a* ; P 4,5 *b*
34	4, 7	*a* 0,5 P 5 *b*
39	4, 0	*a* 1 P 4 *b*
43	3, 5	*a* 1,5 P 3,5 *b*
47	3, 9	*a* 1 P 4 *b* (1)
52	4, 4	P 0,5 *a* 5 *b*
56	5, 8	*h* 1 P 1 *a*
11 0	6, 6	P 0,5 *h* ; P 2 *a*

Notes : Fracto cumulus par le ciel.
(1) Les comparaisons deviennent difficiles à cause du voisinage de l'horizon.

18 Avril. — 2415493

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a.	= 10,4	*c* =	3,6
b.	= 8,4	*d* =	0,0

Grossissement : 250 de 8h28m à 8h42m et de 9h9m à 9h30m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 41	4, 8	*b* 3 P 0,5 *c* (1)
		a 5 *b* 4 *c* 4 *d*
47	3, 6	P = *c* (1)
56	2, 6	*a* 2 *b* 5 *c* 1 P 5 *d*
8 4	1, 8	*c* 2 P 2 *d*
6	1, 8	*a* 2 *b* 5 *c* 2 P 2 *d*
15	2, 0	*c* 1,5 P 2 *d*
20	1, 5	*c* 2 P 1,5 *d*
23	1, 5	*c* 2 P 1,5 *d*
27	3, 3	P = *c* 3 *d*
28	3, 1	*c* 0,5 P
32	3, 6	P = *c*

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 37	5, 0	*b* 3 P 1 *c*
42	5, 0	*b* 3,5 P 1,5 *c*
43	4, 8	*b* 4 P 1,5 *c*
49	5, 5	*b* 3 P 2 *c*
		a 2 *b* 5,5 *c* 2,5 *d*
53	6, 5	*b* 2 P 3 *c*
58	6, 0	*b* 2,5 P 2,5 *c*
9 5	6, 0	*b* 2,5 P 2,5 *c* (2)
9	5, 5	*b* 3 P 2 *c* (2)
30	5, 5	*b* 3 P 2 *c*
31	5, 3	*b* 3 P 1,5 *c*
36	5, 0	*b* 3,5 P 1,5 *c*
43	3, 3	*c* = P 3 *d*
52	3, 1	*c* 0,5 P 3 *d*
57	2, 3	*c* 1,5 P 2 *d*
10 6	2, 5	*c* 1 P 2,5 *d*
14	1, 8	*c* 2 P 2 *d*
19	1, 5	*c* 2 P 1,5 *d*
23	1, 8	*c* 1,5 P 1,5 *d*
28	2, 0	*c* 1,5 P 2 *d*
33	2, 3	*c* 1 P 2 *d*
37	3, 3	*c* = P 3 *d*
45	4, 0	*b* 4,5 P 1 *c*
		P 4 *d*

Notes : (1) Crépuscule éclaire.
(2) Le voisinage de l'étoile *f* gêne.

19 Avril. — 2415494

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b	= 9,6	*g*	= 2,2
f	= 3,7	*d*	= 0,0

Grossissement : 100 à 7h50m ; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 50	6, 3	*b* 2 P 5 *d*
8 7	6, 6	*b* 2 P 3,5 *g*
9	6, 7	*b* 1,5 P 3 *g*
8 24	6, 9	*b* 2 P 4 *g* 2 *d*
33	6, 9	*b* 2 P 4 *g*
44	6, 9	*b* 2,5 P 4,5 *g*
53	7, 6	*b* 1 P 6,5 *d*
		b 1,5 P 3,5 *f*
		f 1,5 *g* 2,5 *d*
9 4	7, 2	*b* 2,5 P 3,5 *f* 1 *g*
11	7, 4	*b* 2 P 3,5 *f* 1 *g*
23	7, 4	*b* 2,5 P 4 *f*
33	5, 9	*b* 3,5 P 2 *f*
43	6, 7	*b* 3 P 3 *f* 1 *g*
54	6, 2	*b* 3,5 P 2,5 *f*
10 5	6, 4	*b* 3 P 2,5 *f* 1,5 *g*
16	6, 6	*b* 3 P 3 *f* 2 *g*
26	6, 8	*b* 3 P 3 *f* 2 *g*
		P 5 *g*
35	7, 0	*b* 3 P 3,5 *f*
		P 5 *g*
45	7, 2	*b* 2,5 P 3,5 *f* (1)
55	7, 7	*b* 2,5 P 4 *f*
		P 6 *g*
11 0	7, 7	*b* 2 P 4 *f*

Notes : Ciel très clair ; les étoiles de comparaison sont mal disposées pour l'observation.
(1) Etoiles basses.

20 Avril. — 2415495

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
c	= 16,1	*a*	= 4,3
d	= 6,5	*b*	= 0,0
f	= 5,8		

Grossissement : 45 de 8h 38m à 8h53m ; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 0	6, 8	P 2,5 *a*
8	8, 3	P 4 *a*
20	8, 3	P 4 *a*

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 38	10, 5	c 5,5 P 4 d
		d 1,5 a
53	9, 8	c 6 P 3 d
		d 1 f 1,5 a
9 10	9, 8	c 6 P 3 d
		d 1 a 2 b
21	8, 0	c 6 P 3 d 1 a
		P 4 a 2 b
34	9, 6	c 6,5 P 3 d
		d=a 4 b
55	5, 3	P 1 a=d 4 b
10 12	7, 4	P 1,5 a 4 b
		c 7 P 3 d 0,5 f
		a 0,5 d
26	6, 7	P 3 a 3 b; a=d
42	9, 9	c 5,5 P 5 d 0,5 f
		P 4 a 3 b; a=d

Notes : Ciel très clair; les étoiles de comparaison sont éloignées.

23 Avril. — 2415498

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
f.	= 7,4	g=	1,6
c.	= 2,5	b=	0,0

Grossissement : 100 pour toutes les observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 9	7, 5	P 6 c 0,5 b
	3, 5	f 3 P 1 g
20	7, 8	P 5 c 3 b
	4, 0	f 3 P 2 g
33	4, 0	P 1,5 c 2,5 b (1)
	3, 5	f 3 P 1 g
44	5, 2	P 3 c 2 b
	4, 0	f 3 P 2 g
52	5, 0	P 2,5 c 2,5 b
	4, 0	f 4 P 3 g
8 58	5, 2	P 2,5 c 3 b
	4, 0	f 4 P 3 g
9 8	4, 7	P 2 c 3 b
	2, 7	f 5 P 1,5 g
18	2, 7	f 5 P 1,5 g
	4, 0	P 1,5 c 2,5 b
25	2, 5	f 5 P 1 g
	4, 0	P 1,5 c 2,5 b
30	2, 2	f 5 P 1,5 g
	3, 3	P 1 c 3 b
35	3, 5	f 4 P 2 g 5 b (2)

Notes : Ciel pas très clair ; brume basse épaisse. Quelques bandes d'altocumulus à l'W et au N ; la lune éclaire un peu.

(1) c rouge, ce qui gêne beaucoup.

(2) L'état du ciel met fin aux observations.

24 Avril. — 2415499

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a.	= 8,8	c=	0,0
b.	= 6,9		

Grossissement : 100 pour toutes les observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 38	2, 1	a 6,5 P
		b 5 P 2 c ; a 2 b
43	1, 9	a 7 P ; b 5 P 2 c
53	2, 2	a 6,5 P
		b 5 P 2,5 c
58		a 6 P
	2, 7	b 4,5 P 3 c
9 4	2, 9	a 2 b 4 P 3 c
10	2, 9	a 2 b 4 P 3 c
17	2, 7	a 1,5 b 4,5 P 3 c
22	2, 9	a 1,5 b 4 P 3 c
26	3, 0	a 2 b 4 P 3 c

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 33	3, 0	*a* 2 *b* 4 P 3 *c*
39	2, 7	*a* 2 *b* 4 P 2,5 *c*
44	2, 7	*a* 2 *b* 4 P 2,5 *c*
51	3, 2	*a* 1,5 *b* 3,5 P 3 *c* (1)
58	3, 0	*a* 2 *b* 4 P 3 *c*
10 5	3, 2	*a* 2 *b* 3,5 P 3 *c*
10	3, 2	*a* 2 *b* 3,5 P 3 *c*
15	3, 2	*a* 1,5 *b*
		b 3,5 P 3 *c* (2)
23	3, 0	*a* 2 *b* 4 P 3 *c*
30	3, 4	*a* 2 *b* 3,5 P (3)
37	2, 9	*a* 2 *b* 4 P (4)

Notes : Lune 1er quartier gêne ; nuages par le ciel gênent.
(1) Etoiles faibles.
(2) *c* presque invisible.
(3) *c* invisible ; P difficile.
(4) Comparaisons très difficiles, puis altocumulus envahissent tout le ciel.

4 Mai. 2415509

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 6,1	*c* =	0,0
b	= 3,1		

Equatorial coudé, grossissement 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 17	2, 6	*a* 3 *b* 1 P 3 *c*
29	2, 1	*a* 3 *b* 1 P 2 *c*
39	1, 5	*a* 3 *b* 1,5 P 1,5 *c*
44	1, 0	*a* 3 *b* 2 P 1 *c*
49	0, 8	*a* 3 *b* 2 P 1 *c*
56	0, 5	*a* 3 *b* 2,5 P 1 *c*
9 5	0, 8	*b* 2 P 1 *c*
10	1, 0	*a* 3 *b* 2 P 1 *c*
16	1, 5	*a* 3 *b* 1,5 P 1,5 *c*
23	1, 8	*a* 3 *b* 1,5 P 2 *c*
33	1, 3	*a* 3 *b* 2 P 1,5 *c*
9 39	1, 8	*a* 3 *b* 1,5 P 2 *c*
45	1, 0	*a* 3 *b* 2 P 1 *c* (1)
51	2, 1	*a* 2,5 *b* 1 P 2 *c*
56	2, 1	*a* 3 *b* 1 P 2 *c*
10 2	2, 5	*a* 3 *b* 1 P 2,5 *c*
9	2, 6	*a* 3 *b* 1 P 2,5 *c* (2)

Notes : Nuages à W ; région d'Eros est claire. Lune pleine se lève. Scintillation des étoiles très forte.
(1) Illumination de l'atmosphère par la lune gêne.
(2) Les comparaisons deviennent impossibles.

14 Mai. 2415519

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 20, 8	*f* =	5,5
b	= 15, 8	*g* =	1,0
d	= 8, 0	*h* =	0,0
e	= 6, 2		

Equatorial coudé ; grossissement 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 41	13, 4	*a* 5,5 *b* 2 P 5 *d*
		d 2 *e* 1 *f*
9 3	12, 7	*a* 5 *b* 3 P 4,5 *d*
		d 2 *e* 1 *f* 4,5 *g*
27	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 *d* 1,5
		e 1 *f* 4,5 *g* 1 *h*
45	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 *d*
56	12, 9	*a* 4,5 *b* 3 P 5 *d*
10 6	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 *d*
21	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 *d*
35	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 *d* (1)
45	12, 9	*a* 5 *b* 3 P 5 d (2)

Notes : (1) Brume affaiblit les étoiles.
(2) Brume éteint ; les comparaisons deviennent incertaines.

15 Mai. — 2415520

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a.	= 4,2	*b* =	0,0

Equatorial coudé, grossissement 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 45	2, 1	*a* 2 P 2 *b*
58	2, 3	*a* 1,5 P 2 *b*
9 5	1, 7	*a* 2,5 P 2 *b* (1)
24	0, 6	*a* 3,5 P 1 *b* (1)
55	0, 8	*a* 3,5 P 1 *b* (1)
10 3	1, 1	*a* 3 P 1 *b* (1)
12	1, 1	*a* 3 P 1 *b* (2)

Notes : Nuages.
(1) Nuages interrompent.
(2) Variations continues dues à de légers nuages empêchent de s'arrêter à une estimation suffisante.

17 Mai. 2415522

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a.	= 13,7	*g* =	4,0
b.	= 12,2	*h* =	0,0
d.	= 9,7		

Equatorial coudé, grossissement 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 45	8, 0	*a* 1,5 *b* 2 *d* 2 P P 4 *g* 4 *h*
9 10	8, 0	*a* 1,5 *b* 2 *d* 2 P P 4 *g* 4 *h*
37	7, 6	*b* 3 *d* 2 P (1) P 3,5 *g* 4 *h*
10 0	9, 3	*d* = P 5 *g* (1)
h m		
10 15	9, 4	P 0,5 *d* (1) *d* 6 *g* 4 *h*
35	9, 7	P = *d* (2)

Notes : (1) Nuages.
(2) *g* est à peine visible, *h* invisible ; ciel très nuageux. Ensuite nuages deviennent plus épais.

20 Mai. 2415525

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a.	= 8,5	*c* =	0,0
b.	= 4,9		

Equatorial coudé, grossissement 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 15	3, 0	*a* 3,5 *b* 2 P 3 *c*
30	3, 4	*a* 3 *b* 1,5 P 3,5 *c*
9 44	2, 9	*a* 4 *b* 2 P 2,5 *c*
51	2, 0	*a* 4 *b* 3 P 2 *c*
58	1, 5	*a* 3,5 *b* 3,5 P P 1,5 *c*
10 4	1, 9	*a* 4 *b* 3 P 2 *c*
12	1, 9	*a* 3,5 *b* 3 P 2 *c*
21	2, 0	*a* 3,5 *b* 3 P 2 *c* (1)
30	2, 4	*a* 3,5 *b* 2,5 P P 2,5 *c*
37	2, 2	*a* 3,5 *b* 2 P 1,5 *c* (2)

Notes : (1) Près de l'horizon ; brume gêne.
(2) Ensuite, observations impossibles.

§ II. OBSERVATIONS DE G. LE CADET.

Equatorial coudé (0^m32). Grossissement : 75.

20 Février. — 2415436

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 21,1	*o* =	8,5
b	= 16,0	*m* =	8,0
n	= 9,0	*k* =	0,0

heures	degrés	comparaisons
h m		
6 56	24, 1	P 3 *a*
7 22	17, 0	P 8 *n*
30	16, 6	*a* 5 P 8 *n*
36	15, 0	P 6 *n*
39	11, 1	*a* 10 P ?
42	13, 0	P 3 *n* ; P 5 *n*
45	9, 0	*a* 12 ? P = *n*
49	6, 0	*n* 3 P 6 *k*
56	5, 0	*n* 4 P 5 *k*
8 4	10, 0	P 1 *n* (1)
8	8, 0	*n* 1 P
11	11, 0	P 2 *n*
15	10, 0	P 1 *n*
22	12, 0	P 3 *n*
25	13, 5	P 4 *n* ; P 6 *m*
32	14, 0	P 5 *n*
36	15, 5	P 6 *n* ; P = *b*
37	15, 5	*a* 5 *b* = P 6 *n*
40	16, 5	P 7 *n* ; P 1 *b*
45	20, 0	P 4 *b*
48	22, 1	P 1 *a* ; P 12 ? *n*
52	22, 1	P 1 *a*
56	21, 6	P 1,5 *a*
9 0	22, 1	P 1 *a*
2	23, 1	P 2 *a*
5	24, 1	P 3 *a*
15	24, 1	P 3 *a*
9 17	24, 1	A 3 P 3 *a*
22	24, 1	P 3 *a*
25	22, 1	P 1 *a*
27	21, 1	P = *a*
29	22, 1	P 1 *a*
30	23, 1	P 2 *a*
34	22, 1	P 1 *a*
51	21, 1	P = *a* ; *n* 1 *o*
10 0	20, 1	*a* 1 P
14	18, 1	*a* 3 P
20	18, 5	P 2 *b* ; P 3 *b*
24	18, 5	P 3 *b*
28	18, 1	*a* 3 P (1)
33	14, 0	*b* 2 P
37	14, 0	P 5 *n* (2)
46	12, 2	*b* 4 P 4 *o*
51	11, 2	*b* 5 P 3 *o*
54	12, 5	P 4 *o*
11 0	12, 8	*b* 3 P 4 *o*
5	14, 8	*b* 1 P 6 *o*
11	17, 0	P 1 *b* (3)
16	17, 5	P 1,5 *b*
24	21, 1	P = *a*
31		*n* 4 *o* ?
34	23, 1	P 2 *a*
39	24, 1	P 3 *a*
43	24, 6	P 3,5 *a*
50	24, 1	P 3 *a*
12 5	24, 6	P 3,5 *a* (4)

Notes : (1) Brumes, images affaiblies.
(2) Images présentent des variations rapides d'éclat ; passages de brumes ; comparaisons difficiles.
(3) Etoile *o* gêne à proximité de P.
(4) Images devenues diffuses ; planète près de l'horizon.

21 Février. — 2415437

Etoiles de comparaison :

b (B D + 17,825)	= 14,9 deg	*x* =	1,8 deg.
a (B D + 17,826)	= 10,7	*m* =	0,0
k Var ?	= 11,3	*n* =	-6,7
c (B D + 17,824)	= 7,2		

heures h. m.	degrés	comparaisons
6 52	10, 7	P = *a*
7 0	7, 7	*a* 3 P
1	7, 7	*b* 4 *a* 3 P
15	6, 4	*b* 4 *a* 4 P 6 *m*
21	6, 4	*b* 4 *a* 4 P 6 *m*
24	5, 4	*b* 4 *a* 5 P 5 *m*
32	2, 9	*b* 3 *a* 7 P 2 *m*
35	2, 3	*b* 4 *a* 8 P 2 *m*
38	1, 0	P 1 *m* 6 *n*; *b* 3 *a*
40	—1, 0	*m* 1 P 5 *n*
		a 3 *k* 5 *c* 6 *x*
50	—2, 0	*m* 2 P 4 *n*; *b* 2 *a*
51	—3, 0	*m* 3 P 4 *n*
52	—4, 0	*m* 4 P 4 *n*
58	—1, 0	*m* 1 P 5 *n*
8 0	—0, 2	*x* 2 P
3	2, 0	P 2 *m*
5	3, 8	P 2 *x*
13	3, 0	P 3 *m*
14	3, 3	*c* 3 P 2 *x*; P 3 *m*
20	3, 6	*c* 3 P 3 *m*; *x* 1 *m*
25	5, 0	*a* 3 *k*; *k* 5 P 4 *m*
26	5, 2	*c* 2 P
29	7, 5	P 1 *c* 5 *x*; P 6 *m*
32	5, 7	*k* 6 P 6 *m*
34	8, 2	P 1 *c*
35	6, 2	*c* 1 P
39	9, 2	P 2 *c*
41	8, 3	*k* 3 P
42	9, 7	*k* 2 P 3 *c* 5 *x*
45	11, 3	*k* = P
48	12, 8	P 1,5 *k*

heures h m	degrés	comparaisons
8 50	13, 3	P 2 *k*
51	12, 3	*b* 3 P 2 *a*
57	12, 3	P 1 *k*
9 0	13, 5	P 2 *k*; P 3 *a*
9	13, 7	P 3 *a*
13	12, 5	*k* = P 3 *a*
		b 5 *a*
19	11, 5	*b* 3 *k* 1 P 2 *a*
		a 7 ? *c*
23	9, 3	*k* 2 P
27	8, 3	*k* 3 P
28	8, 8	*k* 3 P 2 *c*
30	7, 8	*k* 4 P 1 *c*
33	6, 8	*k* 5 P = *c*
35	5, 6	*c* 1 P 5 *m*
36	4, 6	*c* 2 P 4 *m*
38	4, 7	*c* 2,5 P
45	3, 1	*c* 4 P 3 *m*
55	2, 6	*k* 3 *c* 5 P 3 *m*
58	2, 0	P 2 *m*
10 0	0, 0	P = *m*
2	—1, 0	*m* 1 P
3	—2, 0	*m* 2 P (1)
8	—1, 5	*m* 1,5 P 8 ? *n*
10	—3, 0	*m* 3 P
12	—4, 0	*m* 4 P
13	—3, 0	*m* 3 P
16	—4, 0	*m* 4 P
17	—3, 0	*m* 3 P
19	—2, 0	*m* 2 P
20	—1, 0	*m* 1 P
21	0, 0	*m* = P
24	1, 0	P 1 *m*
26	2, 0	P 2 *m*
27	2, 5	P 2,5 *m*
29	3, 0	P 3 *m*; *x* 1 *m*
31	3, 0	P 3 *m*
39	4, 0	P 4 *m*; *x* 2 *m*
43	3, 6	P 3 *x* 2 *m*
46	4, 8	*k* 3 *c* 2 P 4 *m*

heures	degrés	comparaisons
h m		
10 50	4, 8	*k* 3 *c* 3 P 5 *m*
55	5, 4	*c* 2 P; *c* 2 P 6 *m*
11 0	6, 6	*k* 4 *c* 1 P 7 *m*
4	7, 0	*k* 4 P=*c* 5 *x* 2 *m*
		k 1 *a*
10	8, 2	*k* 3 P 1 *c*
16	8, 3	*k* 3 P
20	8, 3	*k* 3 P
21	7, 3	*k* 2 P
26	10, 0	*k* 2 P; *b* 4 *a*=P
30	9, 0	*k* 3 P; *a* 1 P
34	9, 3	*k* 2 P
37	8, 3	*k* 3 P
41	8, 8	*k* 2 P 2 *c*; *a* 1 P
46	8, 3	*k* 3 P
56	7, 7	*k* 4 P 1 *c*
57	6, 9	*k* 5 P=*c*
12 5	7, 2	*k* 4 P=*c* (2)

Notes : (1) Limite de visibilité directe est atteinte.
(2) Images faibles dans les brumes de l'horizon.

---

22 Février. — 2415438

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
s	=20,5	*g*=5,8
t	=16,8	*n*=6,0
p (BD+16,698)	=15,8	*o*=1,0
k	=13,5	*o'*=0,0
m	=11,5	

heures	degrés	comparaison
h. m.		
7 16	0, 0	P=o'; *p* 2 *k*
26	-1, 0	*o* 2 P
		p 5 *m* 3 *n* 4 *o* 1 *o'*
28	1, 0	*o*=P
29	3, 0	P 2 *o*
7 32	4, 9	*g*=P 4 *o*; *p* 2 *k*
39	9, 5	*m* 2 P
41	9, 5	*k* 4 P
49	9, 8	*p* 6 P
50	11, 8	*p* 4 P
51	11, 8	*p* 4 P
53	12, 8	*p* 3 P
55	13, 8	*p* 2 P
56	14, 8	*p* 1 P
57	15, 8	*p*=P
59	17, 8	P 2 *p*
8 1	18, 8	P 3 *p*
3	19, 8	P 4 *p*; *s* 4 *t*
9	20, 8	P 5 *p*
19	17, 5	*s* 3 P
24	18, 5	*s* 2 P
30	18, 5	*s* 2 P
32	21, 2	*s*=P; P 6 *p*
36	21, 0	P 0,5 *s*; *t* 2 *p*
38	21, 5	P 1 *s*
45	22, 5	P 2 *s*
48	21, 5	P 1 *s*; P 6,5 *p*
56	20, 8	P 4 *t*
9 7	19, 5	*s* 1 P
9	19, 8	*s* 2 P 5 *p*
16	17, 5	*s* 3 P; *p* 1 *t*
19	19, 8	P 3 *t*
21	18, 8	P 2 *t*
22	19, 8	P 4 *p*
30	17, 8	P 2 *p*
33	15, 8	P=*p*; *p*=*t*
35	14, 8	*p* 1 P
38	14, 7	*p* 1 P 1 *k*
39	13, 8	*p* 2 P (1)
41	12, 5	*k* 1 P=*p*
43	11, 8	P 6 *g*
46	11, 3	*p* 4 P 5 *g*
48	12, 3	P 1 *m*
50	10, 8	*p* 5 P 5 *g*.
50	9, 1	*m* 2 P 3 *g*

heures h. m.	degrés	comparaisons
9 55	8, 4	P 2 *n* 3 *g*
57	8, 6	*m* 3 P 3 *g*
10 0	7, 4	P 2 *g* 1 *n*
5	7, 8	P 2 *g*
8	6, 8	P 1 *g*
12	5, 8	P=*g*
16	6, 8	P 1 *g*
18	7, 8	P 2 *g*
20	8, 8	P 3 *g*
22	9, 7	*m* 2 P 4 *g* (2)
11 19	18, 8	P 3 *p*
22	20, 8	P 5 *p*
28	18, 8	P 3 *p*
32	18, 7	*s* 2 P 3 *p*
43	18, 5	*s* 2 P (3)

Notes : (1) Les images s'affaiblissent; brume.
(2) Interruption.
(3) Forte brume à l'horizon.

23 Février. — 2415439

Etoiles de comparaison :

	Echelle 1 deg.	Echelle 2 deg.
(B D + 16,719)	*c* = 14,7	*c* = 14,7
	a = 9,0	*d* = 9,1
	d = 6,9	*a* = 9,0
	e = 0,0	*e* = 0,0

heures h. m.	degrés	comparaisons
6 46	5, 0	*c* 6 *a* 4 P
49	3, 5	*c* 5 *a* 5 P 3 *e*
50	4, 9	*d* 2 P
53	4, 5	*a* 5 P 5 *e*
54	5, 9	*d* 1 P
56	5, 0	*d* 2 P 5 *e*
58	3, 9	*f* 5 *d* 3 P
7, 2	3, 9	*d* 3 P
2,5	2, 5	*d* 4 P 3 *g*; *c* 3 *a*
5	2, 5	*d* 4 P 3 *g*; *c* 4 *a*
7 7	2, 0	P 2 *e*; P 1 *g*
9	2, 0	*d* 5 P 2 *e*
10	2, 9	*d* 4 P 3 *e*
14	4, 0	*d* 3 P 4 *e*
16	3, 9	*d* 4 P 3 *e*
19	2, 0	*d* 5 P 2 *e*
21	3, 0	*d* 4 P 3 *e*
23	2, 0	*d* 5 P 2 *e*
26	2, 0	*d* 5 P 3 *e*
28	3, 4	*d* 4 P 4 *e*
30	3, 9	*d* 3 P 4 *e*
31	3, 5	*d* 4 P 4 *e*
32	4, 0	*d* 3 P 4 *e*
35	5, 0	*d* 2 P 5 *e*
36	6, 0	*d* 1 P 6 *e*
39	4, 5	*a* 5 P; *d* 2 P
41	5, 9	*d* 1 P
42	6, 9	*d*=P
43	7, 9	P 1 *d*
43,5	8, 4	P 1, 5 *d*
45	6, 7	*a* 4 P 1,5 *d*
48	7, 9	P 1 *d*
50	7, 5	*a* 3 P 2 *d*
52	8, 5	*a* 2 P 3 *d*
53	9, 8	*c* 5 P 1 *a*
55	11, 3	*c* 4 P 3 *a*
56	11, 8	*c* 3 P 3 *a*
58	10, 8	*c* 4 P 2 *a*
8 0	10, 9	*c* 4 P 2 *a*
3	11, 5	P 5 *d*; P 2 *a*
6	11, 8	*c* 3 P 3 *a*
8	11, 9	*c* 3 P 3 *a*
12	12, 8	*c* 2 P 4 *a*
13	13, 7	*c* 1 P
14	14, 7	*c*=P
15	13, 7	*c* 1 P
17	14, 7	*c*=P (1)
58	14, 7	*c*=P
9 0	13, 7	*c* 1 P
1	13, 2	*c* 1,5 P (2)

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
9 3	12, 7	*c* 2 P (2)
5	11, 9	*c* 3 P 3 *a* (2)
10	10, 9	*c* 4 P 2 *a* (2)
12	10, 3	*c* 4,5 P 1,5 *a* (2)
13	10, 3	*c* 4,5 P 1,5 *a* (2)
16	9, 9	*c* 5 P 1 *a* (2)
18	10, 3	*c* 4,5 P 1,5 *a* (2)
19	9, 9	*c* 5 P 1 *a* (2)
20	8, 8	*c* 6 P=*a*
25	8, 5	*a* 1 P 2 *d*
27	6, 9	P=*d*
29	5, 9	*d* 1 P
32	5, 5	*d* 1 P 5 *e*
34	4, 5	*d* 2 P 4 *e*
36	4, 0	*d* 3 P 4 *e*
37	3, 0	*d* 4 P 3 *e*
39	2, 5	*d* 4 P 2 *e*
40	3, 0	*d* 4 P 3 *e*
42	4, 0	*d* 3 P 4 *e*
43	3, 0	*d* 4 P 3 *e*
45	3, 5	*d* 3 P 3 *e*
48	4, 5	*d* 2 P 4 *e*
50	5, 5	*d* 1 P 5 *e*
51	3, 5	*d* 3 P 3 *e*
54	4, 9	*d* 2 P
55	5, 9	*d* 1 P; *a* 2 P
57	6, 9	P=*d*; *d* 1 *a*
10 0	6, 9	P=*d*
5	8, 0	*a* 2 *d*; *a* 1 P
7	9, 9	P 3 *d*; P 1 *a*
10	9, 9	*c* 5 P 1 *a*
12,5	10, 8	*c* 4 P 2 *a*
17	11, 8	*c* 3 P 3 *a*
20	12, 8	*c* 2 P 4 *a*
28	13, 8	*c* 1 P 5 *a*
35	14, 7	*c*=P 6 *a* (3)
11 28	13, 7	*c* 1 P (4)
41	13, 6	*c* 1,5 P 5 *d*; *d* 1 *a* (4)
48	12, 9	*c* 2 P 4 *d*; *d* 2 *a* (4)
54	11, 5	*c* 3 P 2 *d* (4)
12 0	11, 3	*c* 4 P 3 *a* (4)
4	10, 1	P 1 *d*; P 2 *d* (4)
7	8, 1	P 2 *a* (4)
12	7, 1	*d* 1 P (4)

Notes: (1) *c*=P jusqu'à 8h58m.
(2) Décroissance lumineuse un peu trop rapide.
(3) *c*=P 6 *a* jusqu'à 11h23m.
(4) Echelle 2 employée à cause de la variabilité apparente de l'étoile *d*.

---

25 Février. — 2415441

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
A (B D+15,782)	=21,6	*b*	=10,2
B	=17,1	*c*	=6,6
F	=16,3	*d*	=3,1
D	=13,3	*f*	=0,0

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 21	15, 9	A 5 P 5 *b*
27	15, 2	P 5 *b* 5 *c*
31	13, 3	P=D (1)
35	15, 2	P 5 *b*; A 5 B 4 D
40	13, 3	P=D; P 5 *b*
46	11, 3	D 3 P; P 2 *b*
47	8, 2	*b* 2 P
52	6, 2	D 3 *b* 4 P
54	4, 9	*c* 2 P; *b* 5 P
56	4, 6	*c* 2 P 1 *d*; *b* 5 P
59	2, 1	*d* 1 P
9 6	0, 0	P=*f*
10	−1, 0	*d* 3 *f* 1 P
17	2, 0	*d* 1 P 2 *f*
20	3, 0	*d*=P 3 *f*
22	3, 9	*c* 3 P 1 *d*
28	5, 4	*c* 1 P 2 *d*
30	6, 6	*c*=P
33	7, 4	*b* 3 P 1 *c*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
9 35	7, 9	*b* 2 P 1 *c*
37	8, 9	*b* 1 P 2 *c*
40	10, 2	*b*=P
44	12, 7	P=D; P 2 *b*
46	13, 7	P 1 D; P 3 *b*
51	13, 3	P=D
52	14, 3	P 1 D
56	14, 5	B 2,5 P 1 D
58	15, 2	B 1,5 P 1,5 D
10 3	14, 3	F 2 P
5	15, 3	F 1 P 2 D
7	15, 3	B 2 F 1 P
		A 4 B 3 D
20	15, 8	B 1 F 1 P
21	14, 3	F 2 P
25	16, 0	B 1,5 P 3 D; F 1 P
		B 0,5 F; B=F
30	14, 9	F 2 P; B 2 P 2 D
39	15, 2	B 0,5 F 1 P; B 2 P
43	15, 7	B 1,5 P 2,5 D
	15, 3	F 1 P
48	15, 2	B 2 P 2 D
10 55	15, 7	B 1,5 P 2,5 D
11 0	15, 2	B 2 P 2 D
3	14, 2	B 3 P 1 D
4,5	13, 3	P=D
5	12, 3	P 1 D
16	13, 3	P=D
21	12, 3	D 1 P
30	10, 8	D 2 P=*b*
34	8, 2	*b* 2 P
42	4, 9	*c* 2 P 2 *d*
48	2, 6	*d* 0,5 P
50	2, 1	*d* 1 P
55	1, 8	*d* 1,5 P 2 *f*
12 0	1, 0	*d* 2 P 1 *f*
5	2, 0	*d* 1 P 2 *f* (2)

Notes : (1) Cirrus.
(2) Images très diffuses, affaiblies par voisinage horizon, vent S supérieur.

26 Février. — 2415442

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
B (B D + 15, 796) =	13,3	*a*=0,6
E (B D + 15, 800) =	9,0	*f*=0,0
C (B D + 15, 798) =	5,8	

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
6 52	3, 8	C 2 P (1)
55	4, 8	C 1 P
56	5, 8	C=P
57	5, 8	C=P, B 6 C
59	6, 8	P 1 C
7 3	6, 8	P 1 C ; A=B
7	8, 5	B 4 P 2 C
11	9, 6	B 3 P 3 C
16	9, 6	B 3 P 3 C
20	9, 3	P 1 E;B 5 P 3 C
		E 2 C
22	8, 6	B 5 P 3 C
11 26	10, 0	P 1 E
34	8, 6	B 5 P 3 C
40	8, 6	B 5 P 3 C ; E 3 C
41	11, 0	P 2 E
52	8, 9	P=E; P 2 C
54	9, 0	B 4 P 3 C
57	8, 3	B 5 P 2,5 G
8 16	6, 4	E 3 P 1 C
17	5, 9	E 3 P=C
19	4, 8	C 1 P
20	4, 2	C 2 P 4 *a*
24	3, 4	C 2 P 3 *f*; C 2 P
29	3, 2	C 2,5 P 3 *f*
		a 1 *f*
34	2, 9	C 3 P 3 *f*
37	2, 4	C 3,5 P 2,5 *f*
46	2, 0	P 2 *f*
53	1, 0	P 1 *f*
55	0, 0	P=*f* (2)
9 32	3, 8	C 2 P
45	6, 4	E 3 P 1 C

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
10 11	10, 5	P 1,5 E
20	11, 0	P 2 E
		B 5 E 3 C ; B 7 C
36	11, 0	P 2 E; E 3 *c*
41	9, 0	P=E; B 5 E
43	8, 1	E 1 P; B 5 P
47	6, 4	E 3 P 1 C
		B 4 E 4 C
49	5, 8	P=C (3)

Notes : (1) Images extrêmement diffuses, cirrus, minima invisibles.
(2) P invisible entre 9h et 9h30m.
(3) Images extrêmement étalées ; P et *f* invisibles ensuite.

27 Février. — 2415443

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
d	=21,7	*f*	=10,8
b	=17,7	*g*	= 9,3
a	=17,6	*s*	= 3,3
C (B D+15,815)	=16,8	*r*	= 0,0

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 54	19, 6	P 2 *a*
8 16	10, 5	*d* 5 P ; *g* 1 P
19	8, 6	*f* 2 *g* 1 P (*f*=*g*)
21	7, 3	*g* 2 P
23	6, 3	*g* 3 P
27	5, 3	*g* 4 P
32	7, 3	*g* 2 P
34	5, 3	*g* 4 P
37	5, 8	*g* 3 P 2 *s* 3 *r*
38	6, 3	*g* 3 P 3 *s* 4 *r*
40	5, 3	*g* 4 P 2 *s* 3 *r*
42	8, 0	*g* 2 P 5 *s* 3 *r*
42,5	9, 3	*g*=P
43	10, 3	P 1 *g* (1)
8 43,5	9, 3	P=*g*
46	9, 3	P=*g*
47	8, 3	*g* 1 P
48	8, 3	*g* 1 P
52	9, 3	*g*=P
54	9, 3	P=*g* (2)
55	9, 8	P 1 *g* ou P=*g*
56	10, 3	P 1 *g*
57	11, 3	P 2 *g*
59	12, 3	P 3 *g*
9 8	12, 3	P 3 *g*
27	15, 8	C 1 P
31	16, 2	P=C ; *a* 2 P
32	18, 7	P 1 C ; P 2 *a*
37	17, 8	P 1 C
38	19, 8	P 3 C ; *a* 3 C
40	19, 0	P 3 C ; P=*a*
		P 1 *a*
47	19, 6	P 2 *a* 2 C
50	18, 7	P 1 *b* ; *b* 1 *a* 1 C
		d 4 *b*
10 4	19, 7	P 2 *b* ; P 3 C
11	19, 7	*b* 1 C ; P 2 *b*
17	19, 7	*b* 1 C ; P 2 *b*
20	18, 7	P 2 C ; P 1 *b*
32	17, 7	*b*=P 1 C
39	16, 3	P 4 *f* ; P 1 C
56	15, 7	*b* 2 P ;
		C 1 P 3,5 *f*
59	15, 0	*b* 2,5 P ; C 1 P
		P 3 *f*
11 3	11, 8	P 1 *f*
10	10, 8	P=*f*
15	9, 3	*f* 2 P , C 5 P
19	8, 6	*f* 2 P , *g* 1 P
27	9, 8	*f* 1 P
32	10, 3	*f* 0,5 P
35	10, 8	*f*=P
36	11, 8	P 1 *f*
43	14, 8	P 4 *f*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
11 46	14, 7	*b* 3 P
48	14, 8	*b* 3 P 4 *f*
	13, 8	C 3 P ; *b*=C
50	14, 8	C 2 P ; *b* 3 P
57	15, 8	C 1 P (3)

Notes : (1) Filaments de cirrus, images très faibles et étalées.
(2) Voisinage immédiat de *s*.
(3) Images extrêmement étalées ; très faibles ; vent S. et lune.

8 Mars. — 2415452

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
x.	=14,2	*e*=	7,0
d.	=10,0	*f*=	0,0
b.	= 9,7		

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 5	12, 2	*x* 2 P
7	10, 2	*x* 4 P
	10, 7	P 1 *b*
13	10, 4	*x* 4 P 1 *b*
14	10, 9	*x* 3 P 1 *b*
15	12, 0	*x* 2 P 2 *b*
23	13, 2	*x* 1 P
25	12, 0	*x* 2 P 2 *b*
30	14, 0	*x*=P 4 *b*
33	14, 2	*x*=P
35	15, 2	P 1 *x*
36	13, 2	*x* 1 P
40	12, 2	*x* 2 P
42	11, 2	*x* 2,5 P 1 *b*
44	14, 2	P=*x* (1)
49	14, 2	P=*x*
52	12, 2	*x* 2 P
54	16, 2	P 2 *x*
55	12, 2	*x* 2 P
7 57	11, 2	*x* 3 P
8 7	9, 5	*x* 4 P ; *b* 1 P
9	8, 0	*d* 2 P
11	7, 0	*d* 3 P
15	5, 0	*x* 3 *d* ; P 5 *f*
19	5, 0	*d* 3 *e* ; *e* 2 P
22	4, 0	P 4 *f*
27	3, 0	P 3 *f*
32	3, 0	P 3 *f*
35	2, 0	P 2 *f*
36	1, 5	P 1,5 *f*
40	0, 2	P=*f* ou P 0,5 *f*
42	1, 0	P 1 *f*
43	2, 0	P 2 *f*
44	3, 0	P 3 *f*
45	4, 0	P 4 *f*
58	5, 0	*e* 2 P
9 4	7, 0	*e*=P
22	10, 0	P 3 *e* ; *d* 3 *e*
23	10, 0	P=*d*
28	11, 9	*x* 2,5 P 2 *b*
38	12, 2	*x* 2,5 P 3 *b*
		d 2 *b*
45	11, 9	*x* 2,5 P 2 *d*
46	11, 6	*x* 3 P 2 *d*
58	13, 6	*x* 1 P 4 *d*
10,21	13, 6	*x* 1 P 4 *d*
33	14, 0	P 4 *d* (2)
50	12, 0	P 2 d
11,37	4, 0	P 4 *f*

Notes : (1) Variations rapides : brume.
(2) Images deviennent très mauvaises.

16 Mars. — 2415460

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
c.	=12,6	*d*=	5,4
b.	=10,0	*a*=	0,0

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 48,5	0, 0	P=*a*
53	1, 0	P 1 *a*
58	0, 0	P=*a*
9 1	0, 0	P=*a*
3	0, 0	P=*a*
8	1, 0	P 1 *a*
10	2, 0	P 2 *a*
13	3, 0	P 3 *a*
20	4, 0	*b* 6 P 4 *a*
24	5, 0	*b* 5 P 5 *a*
28	5, 0	*b* 5 P 5 *a*
30	6, 0	*b* 4 P 6 *a*
32	6, 7	*b* 3 P 1 *d*
37	7, 7	*b* 2 P 2 *d*
40	8, 7	*b* 1 P 3 *d*
42	10, 0	*b*=P
45	10, 0	*b*=P
50	11, 3	*c* 1 P 1 *b*
54	11, 3	*c* 1 P 1 *b*
56	11, 8	*c* 0,5 P 1,5 *b*
10 1	12, 6	*c*=P
3	12, 6	*c*=P
11	12, 6	*c*=P
13	13, 6	P 1 *c*
16	12, 6	*c*=P
17	13, 6	P 1 *c*
18	12, 6	*c*=P
19	13, 6	P 1 *c*
23	13, 6	P 1 *c*
27	14, 6	P 2 *c*
28	15, 1	P 2,5 *c*
32	14, 1	P 1,5 *c*
35	14, 6	P 2 *c* ; P 3 *b*
38	13, 6	P 1 *c* ; P 3 *b*
53	12, 6	P=*c*
54	11, 8	*c* 1 P 2 *b*
57	11, 0	*c* 2 P 1,5 *b*
59	10, 2	P 0,5 *b* , *c* 3 P
11 3	10, 0	P=*b* (1) . . .
5	8, 5	*b* 1,5 P
h. m.		
11 6	8, 0	*b* 2 P
10	7, 0	*b* 3 P 3 *d*
16	6, 0	*b* 4 P 2 *d*
22	4, 0	P 1 *d* ?
26	2, 0	P 1 *d a* (2)

Notes : Images étalées ; vent S fort.
(1) *d* est plus faible qu'au commencement relativement à *b* et à *a*.
(2) Images s'éteignent : nuages.

---

23 Mars. — 2415467

Etoiles de comparaison :

d. . . . . =5,3 deg. *y*=0,0 deg.
a . . . . . =2,5

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 50,5	2, 0	P 2 *y*
56,5	3, 0	P 3 *y* (1)
8 2,5	4, 0	P 4 *y*
5,5	5, 0	P 5 *y*
10,5	6, 0	P 6 *y*
12	5, 7	P 3 *a* 3 *y* ; *a* 2 *y*
14	7, 5	P 5 *a*
16,5	8, 5	P 6 *a*
20,5	8, 8	P 3 *d* 4 *a*
23,5	8, 3	P 3 *d*
24	9, 3	P 4 *d*
25	8, 3	P 3 *d*
25,5	9, 3	P 4 *d* (2)
30,5	7, 3	P 2 *d*
32,5	7, 5	P 5 *a*
33,5	6, 4	P 1 *d* 3 *a*
34,0	5, 5	P 3 *a*
34,5	6, 3	P 1 *d*
36,5	6, 8	P 2 *d* ; P 4 *a*
37,5	7, 5	P 5 *a*
39,5	7, 0	P 4 *a* ; P 5 *a*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 41,5	5, 5	P 3 *a*
44	5, 3	P=*d*
47,5	5, 5?	P 3 *a*? (3)
50,5	8, 4	P 3 *d* 3 *a*
54,5	8, 8	P 4 *d* 2 *a*
9 6,5	6, 5	P 4 *a*? (4)

Notes : (1) Images très mauvaises. Cirrus.
(2) Nuages. Cirrus.
(3) Images très affaiblies par cirrus.
(4) Images disparaissent, ciel se couvre par l'ouest.

15 Avril. — 2415490

Etoiles de comparaison :

a . . . . . =6,2 deg. *b*=1,5 deg.
c . . . . . =0.0

heures	degrés	comparaisons
h m.		
7 44	6, 2	P=*a*
51	6, 2	P=*a*
53	6, 2	*a*=P
8 2	7, 2	P 1 *a*
6	8, 2	P 2 *a*
10	4, 5	P 6 *b*; *c* 2 *b*
13	4, 0	P 4 *c* P 5 *b*
17	4, 2	*a* 2 P
18	3, 2	*a* 3 P
24	2, 6	*a* 4 P 3 *c*
28	2, 5	P 2,5 *c*
30	2, 5	P 2,5 *c*
31	2, 0	P 2 *c*
32	3, 0	P 3 *c*
33	4, 1	*a* 2 P 4 *c*
35	3, 7	*a* 2,5 P
39	3, 1	*a* 3 P 3 *c*
45	4, 1	*a* 2 P 4 *c*
51	5, 1	*a* 1 P 5 *c*
54	5, 7	*a* 0,5 P
56	6, 2	*a*=P
9 0	6, 2	P=*a*
3	7, 2	P 1 *a*
9	7, 7	P 1,5 *a*
15	7, 2	P 1 *a*
20	7, 2	P 1 *a*
23	8, 2	P 3 *a*
33	9, 2	P 2 *a*
35	8, 2	P 2 *a*
36	9, 2	P 3 *a*
48	8, 2	P 2 *a*
52	8, 7	P 2,5 *a*
10 13	8, 2	P 2 *a*
18	7, 2	P 1 *a*
21	7, 7	P 1,5 *a*

4 Mai. — 2415509

Etoiles de comparaison :

a. . . . . =7, 0 deg. *c*=0,0 deg.
b. . . . . =4, 6

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 14	4, 0	*a* 3 P? (1)
22	2, 6	*a* 2 *b* 2,5 P 3 *c*
27	1, 8	*a* 2 *b* 3 P 2 *c*
41	2, 0	*a* 2 *b* 3 P 2,5 *c*
45	1, 8	*a* 2 *b* 3 P 2 *c*
52	1, 0	*a* 2 *b* 3,5 P 1 *c*
9 0	1, 3	*a* 3 *b* 3 P 1 *c*
7	1, 8	*a* 2 *b* 3 P 2 *c*
11	2, 3	*a* 3 *b* 2 P 2 *c*
17	1, 8	*a* 3 *b* 2 P 1 *c*
27	2, 5	*a* 3 *b* 2 P 2,5 *c*
53	2, 1	*a* 2,5 *b* 2,5 P 2 *c*
10 5	2, 1?	*a* 2,5 *b* 2,5 P 2 *c*
12	2, 1?	*a* 2,5 *b* 2,5 P 2 *c* (2)

Notes : (1) Très faible, crépuscule.
(2) Images extrêmement affaiblies. Lune.

§ III. OBSERVATIONS DE M. LUIZET

Equatorial Brünner (0m16)

26 Février. — 2415436

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
A (B D + 17,821)	= 23,8	*c*	= 10,6
b	= 22,7	*d*	= 5,5
B (B D + 17,823)	= 21,3	*é*	= 1,2
a	= 16,3	*e*	= 0,0

Grossissement : 70 de 7h25m à 7h35m et de 10h48m à 11h12m ; 45 pour les autres.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 5	19, 5	A 2,5 B 1 *b*
		b 2 P 3 *a*
25	14, 2	*a* 2,5 P 4 *c*
33	9, 1	*a* 4,5 *c* 2 P
		P 3,5 *d*
39	8, 3	*c* 2,5 P 3 *d*
46	4, 5	*a* 5 *c* 6 *d*
		d 0,5 P 4 *e*
49	3, 0	*d* 2 P 2,5 *e*
53	1, 7	*d* 3 P = *é* 1,5 *e*
8 3	0, 0	*é* 1,5 P = *e*
12	3, 2	*d* 2 P 3 *e*
20	6, 2	*d* = P 5 *é* 1,5 *e*
28	8, 6	*c* 2 P 3 *d*
34	11, 5	*a* 4,5 P 0,5 *c*
38	12, 7	*a* 3,5 P 2 *c*
43	13, 2	*a* 3,5 P 3 *c*
50	12, 7	*a* 4 P 2,5 *c*
56	13, 2	*a* 3,5 P 3 *c*
9 7	14, 7	*a* 1,5 P 4 *c*
16	14, 7	*a* 1,5 P 4 *c*
20	15, 7	*a* 0,5 P 5 *c* 6 *d*
25	15, 2	*a* 1 P 4,5 *c*
9 29	14, 4	*a* 2 P 4 *c*
38	14, 0	*a* 2,5 P 3,5 *c*
44	13, 2	*a* 3 P 2,5 *c*
51	12, 7	*a* 3,5 P 2 *c*
10 2	12, 7	*a* 3,5 P 2 *c*
9	12, 0	*a* 4,5 P 1,5 *c*
12	11, 6	P 1 *c*
17	10, 5	*c* = P 5 *d*
25	10, 6	P = *c*
35	8, 0	*c* 2 P 2 *d* (1)
48	2, 8	*d* 2 P 2 *e* (1)
54	3, 2	*d* 2 P 2 *é* (1)
11 7	7, 3	*c* 3 P 1,5 *d* (1)
12	10, 5	P = *c* 5 *d* (1)
21	13, 4	*a* 3 P 3 *c*
30	15, 4	*a* 1 P 5 *c*
39	16, 3	*a* = P
53	18, 0	*b* 4 P 1 *a*
12 9	21, 4	*b* 2 P 1 B
		A 2,5 P
23	21, 7	*b* 2 P 1,5 B (2)
		Séquences :
8 20		A 2 *b* 0,5 B 6 *a* 5 *c*
		c 4 *d* 5 *é* 1,5 *e*
9 20		A = *b* 2 B 5 *a* 5,5 *c*
		c 6 *d* 5 *é* 1 *e*
10 17		A 1 *b* = B 4 *a* 6 *c*
		c 5 *d* 5 *é* 1 *e*
10 48		A = *b* 2 B 5 *a* 6 *c*
		c 5,5 *d* 4 *é* 1 *e*

Notes : (1) Voisinage de *e*, et d'une autre petite étoile, gêne.
(2) Planète basse, brume.

21 Février — 2415437

Etoiles de comparaison :

	deg.
A (B D+17,825)	=17,6
B (B D+17,826)	=12,8
a (B D+17,824)	= 8,2
m	= 0,0

Grossissement : 100 de 7h54m à 9h44m et de 10h7m à 10h33m. 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 13	6, 7	*b* 1 *a* 1,5 P
24	6, 2	*a* 2 P
29	4, 8	*a* 3 P 7 *m*
		B 5,5 *a*
39	4, 8	*a* 3,5 P 5 *m*
44	3, 7	*a* 4,5 P 4 *m*
49	2, 6	*a* 5,5 P 2,5 *m*
54	1, 6	*a* 6,5 P 1,5 *m*
56	2, 5	P 2,5 *m*
8 4	3, 1	*a* 5 P 3 *m*
16	4, 3	*a* 3,5 P 4 *m*
19	4, 6	*a* 3 P 4 *m*
25	6, 7	*a* 1,5 P
34	8, 2	*b* 2 P=*a*
37	9, 2	*b* 1,5 P 1 *a*
43	10, 2	*b* 0,5 P 2 *a*
45	11, 2	P 0,5 *b* (1)
51	12, 3	B 0,5 P 2 *b*
9 2	14, 7	A 3 P 2 B
13	15, 7	A 2 P 3 B
21	14, 9	A 2,5 P 2 B
35	12, 3	*b* 1 B 0,5 P
44	7, 5	B 3 *a* 1,5 P
55	3, 1	*a* 5 P 3 *m*
10 7	1, 6	*a* 6,5 P 1,5 *m*
11	1, 0	B 1 *b* ; P 1 *m*
17	0, 0	P=*m*
		B 2,5 *b* 3 *a*
h. m.		
10 23	1, 5	P 1,5 *m*
28	2, 0	P 2 *m*
33	2, 4	*a* 6 P 2,5 *m*
43	3, 3	*a* 5 P 3,5 *m*
46	4, 0	*a* 4,5 P 4 *m*
11 0	7, 5	B 2 *b* 2 *a* 1 P
8	10, 8	B 0,5 *b* 1,5 P
11	11, 3	B 0,5 *b* 1 P 3 *a*
20	13, 4	A 4,5 P 1 *b*=B
30	14, 0	A 4 P 1,5 *b*=B
43	14, 3	P 1,5 *b*=B (1)
55	13, 7	A 4 P 1 B 1 *b* (1)
12 3	13, 8	P 1 B 1 *b* (1)

Séquences :

h m	
7 39	A 4 B 2,5 *b* 2 *a*
54	A 5 B 2 *b* 1 *a*
9 2	A 5 B 1,5 *b* 2,5 *a*
44	A 3 *b* 2 B 3 *a*
55	A 5 B 1,5 *b* 3 *a* 8 *m*
10 33	A 4 B 2,5 *b* 3 *a*
43	A 4 B 2 *b* 3,5 *a*
46	B 3 *b* 3 *a*

Notes : Brume basse. L'étoile *b* est peut-être variable (elle n'a pas été utilisée dans les réductions).

(1) Brume.

22 Février. — 2415438

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	=23, 9	*f*	=8, 3
b	=20, 3	*e*	=7, 5
c.	=18, 6	*g*	=4, 3
d	=14, 0	*h*	=0, 0

Grossissement : 100 de 7h17m à 8h3m et de 10h à 10h32m; 45 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
6 53	15, 1	*c* 3 P 0,5 *d*
7 0	11, 4	*d* 4 P 5 *e*
2	11, 3	*b* 2 *c* 4,5 *d*
		d 4 P 5 *e*
5	9, 2	*d* 5 P 1 *f* 1,5 *e*
12	4, 7	*e* 3 P 0,5 *g*
17	2, 0	*e* 3 *g* 2,5 P 2 *h*
25	2, 2	*g* 2,5 P 2,5 *h*
28	1, 4	*g* 3 P 1,5 *h*
32	2, 2	*g* 2,5 P 2,5 *h*
40	4, 3	P=*g* (1)
8 3	16, 1	*c* 2,5 P (1)
7	16, 8	*c* 2 P 3 *d*
14	18, 1	*c* 0,5 P
21	18, 6	P=*c*
31	19, 2	*b* 1 P 0,5 *c*
39	19, 2	*b* 1,5 P 1 *c*
43	19, 1	P 0,5 *c*
51	18, 4	*b* 2 P=*c*
55	18, 5	*b* 1,5 *c*=P 4 *d*
57	17, 6	*c* 1 P
9 5	17, 0	*c* 1,5 P 3 *d*
11	16, 3	*c* 2 P 2 *d*
22	16, 5	*c* 2,5 P 3 *d*
30	15, 8	*c* 3 P 2 *d*
35	15, 5	*c* 3 P 1,5 *d*
50	9, 2	*d* 5 P 1 *f*
51	9, 7	*d* 4 P 1 *f*
54	7, 9	P=*f*=*e*
57	6, 2	*e* 1,5 P 2 *g*
10 0	3, 2	*g* 1 P 3 *h*
5	2, 9	*g* 1,5 P 3 *h*
10	2, 7	*g* 2 P 3 *h*
17	1, 9	*g* 2,5 P 2 *h*
23	4, 3	*g*=P
27	6, 1	*e* 0,5 P 2 *g*
32	11, 4	*d* 2,5 P 3 *f*
38	14, 5	*c* 4 P 0,5 *d*
43	15, 6	*c* 3 P 1,5 *d*
51	16, 5	*c* 2,5 P 3 *d*
10 56	17, 6	*c* 1,5 P 4 *d*
11 5	19, 9	*b*=P 1 *c*
15	20, 4	*a* 3 P 0,5 *b* 1 *c*
25	21, 8	*a* 2,5 P 2 *b*
33	21, 2	*a* 2,5 P 2,5 *c*
43	22, 1	*a* 2 P 2 *b* (2)
50	20, 6	P 2 *c* (2)
58	18, 1	*c* 0,5 P (2)
12 6	15, 6	*c* 3 P (2)
		Séquences :
8 55		*b* 1,5 *c* 4 *d* 6 *f*
		f 1 *e* 3 *g* 2,5 *h*
9 51		*a* 2,5 *b* 2 *c* 4 *d* 5 *f*
		f 0,5 *e* 3 *g* 3,5 *h*

Notes : Brume basse.

(1) Comparaison difficile. De 7h40m à 8h3m observation très difficile; la planète est très voisine de l'étoile *c*.

(2) Brumes.

---

23 Février. — 2415439

Etoiles de comparaison :

B (B D+16,720)	= 21, 3 (deg)	*c*	= 6, 7 (deg.)
C (B D+16,719)	= 16, 5	*d*	= 5, 1
a.	= 11, 7	*f*	= 0, 0

Grossissement : 45 pour les deux premières observations ; 100 pour les autres.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
6 50	12, 7	P 1 *a*
7 1	8, 7	*a* 2,5 P 1,5 *c*
4	7, 2	*a* 4 P=*c*
8	6, 2	*c* 0,5 P
19	5, 4	*c* 1,5 P 0,5 *d*
24	6, 7	*c*=P
29	7, 7	*a* 3,5 P 0,5 *c*
33	8, 0	*a* 4 P 1,5 *c*
39	11, 1	C 4 *a* 1,5 P
		P 5 *c* 1,5 *d*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 46	10, 7	*a* 1 P 4 *c*
52	13, 1	C 3 P 1 *a*
57	13, 4	C 3 P 1,5 *a*
8 4	13, 6	C 2 P 2 *a* (1)
	15, 1	C 1,5 P 3,5 *a* (2)
11	14, 6	C 2 P 3 *a*
18	14, 1	C 2,5 P 2,5 *a*
25	12, 9	C 3,5 P 1 *a*
30	13, 6	C 3 P 2 *a*
37	13, 1	C 4 P 2 *a*
44	12, 4	C 4,5 P 1 *a*
49	11, 7	P=*a* (3)
54	11, 2	*a* 1 P 5 *c* (3)
9 0	10, 2	*a* 1,5 P 3,5 *c* (3)
10	10, 0	*a* 2 P 4 *c* (3)
16	8, 2	*a* 3,5 P 1,5 *c*
21	7, 0	*a* 5 P 0,5 *c*
27	6, 9	*c*=P 2 *d*
33	4, 9	*c* 2 P=*d*
38	4, 8	*d* 0,5 P 5 *f*
44	4, 0	*d* 1,5 P 4,5 *f*
46	5, 1	*c* 2 P 0,5 *d*
54	5, 9	*c* 1 P 1 *d*
10 2	8, 7	*a* 3 P 2 *c*
8	10, 4	*a* 1,5 P 4 *c*
15	10, 7	*a* 1 P 4 *c*
21	12, 8	C 3,5 P 1 *a*
29	14, 7	B 5 C 2 P 3,5 *a*
		a 4 *c* 1 *d* 5 *f*
31	15, 3	C 1,5 P 4 *a*
44	16, 0	C 0,5 P
50	16, 0	C 0,5 P
56	16, 2	B 4,5 C 0,5 P
11 9	15, 6	C 1 P 4 *a*
18	15, 3	C 1,5 P 4 *a*
29	14, 6	B 5 C 1,5 P 3 *a*
		a 4 *c*=*d* 4 *f*
39	14, 8	C 1,5 P 3 *a*
53	13, 9	C 3 P 2,5 *a*
12 2	14, 1	C 2,5 P 2,5 *a*
12 11	11, 7	P=*a*
20	7, 7	*a* 4 P 1 *c* (4)

Notes : Brume basse; lune.

(1) Ligne des yeux perpendiculaire à la ligne des étoiles.

(2) Ligne des yeux parallèle aux étoiles.

(3) Le voisinage de l'étoile B est gênant.

(4) Planète basse.

---

25 Février. — 2415441

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
A=(B D+15,781)=	30,5	*c*=9,7
B=(B D+15,780)=	25,0	*d*=7,4
a =(B D+15,784)=	20,0	*c*=3,0
C=(B D—15,782)=	18,1	*f*=0,0
b . . . . . =	14,3	

Grossissement : 100 de 8h51m à 9h52m ; 45 de 10h53m à 11h20m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 51	4,0	P 1 *e*
57	3,0	P=*e*
9 1	2,5	*e* 0,5 P 2,5 *f*
5	1,8	*e* 1 P 1,5 *f*
8	1,7	*c* 1,5 *d* 5 *e*
		e 1,5 P 1,5 *f*
14	2,2	*e* 0,5 P 2 *f*
19	2,7	*e* 0,5 P 3 *f*
24	4,2	*c* 2,5 *d* 3 P 1 *e*
28	5,0	*d* 2,5 P 2 *e*
31	7,8	*c* 2 P 0,5 *d*
33	8,6	*c* 1,5 P 1,5 *d*
37	9,8	*c*=P 2,5 *d*
43	10,5	*b* 4 P 1 *c*
47	10,8	*b* 3,5 P 1 *c*
52	11,5	*b* 3 P 2 *c*
10 1	12,0	*b* 2,5 P 2,5 *c*
9	13,2	*b* 1 P 3 *c*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
6 53	15, 1	*c* 3 P 0,5 *d*
7 0	11, 4	*d* 4 P 5 *e*
2	11, 3	*b* 2 *c* 4,5 *d*
		d 4 P 5 *e*
5	9, 2	*d* 5 P 1 *f* 1,5 *e*
12	4, 7	*e* 3 P 0,5 *g*
17	2, 0	*e* 3 *g* 2,5 P 2 *h*
25	2, 2	*g* 2,5 P 2,5 *h*
28	1, 4	*g* 3 P 1,5 *h*
32	2, 2	*g* 2,5 P 2,5 *h*
40	4, 3	P=*g* (1)
8 3	16, 1	*c* 2,5 P (1)
7	16, 8	*c* 2 P 3 *d*
14	18, 1	*c* 0,5 P
21	18, 6	P=*c*
31	19, 2	*b* 1 P 0,5 *c*
39	19, 2	*b* 1,5 P 1 *c*
43	19, 1	P 0,5 *c*
51	18, 4	*b* 2 P=*c*
55	18, 5	*b* 1,5 *c*=P 4 *d*
57	17, 6	*c* 1 P
9 5	17, 0	*c* 1,5 P 3 *d*
11	16, 3	*c* 2 P 2 *d*
22	16, 5	*c* 2,5 P 3 *d*
30	15, 8	*c* 3 P 2 *d*
35	15, 5	*c* 3 P 1,5 *d*
50	9, 2	*d* 5 P 1 *f*
51	9, 7	*d* 4 P 1 *f*
54	7, 9	P=*f*=*e*
57	6, 2	*e* 1,5 P 2 *g*
10 0	3, 2	*g* 1 P 3 *h*
5	2, 9	*g* 1,5 P 3 *h*
10	2, 7	*g* 2 P 3 *h*
17	1, 9	*g* 2,5 P 2 *h*
23	4, 3	*g*=P
27	6, 1	*e* 0,5 P 2 *g*
32	11, 4	*d* 2,5 P 3 *f*
38	14, 5	*c* 4 P 0,5 *d*
43	15, 6	*c* 3 P 1,5 *d*
51	16, 5	*c* 2,5 P 3 *d*
10 56	17, 6	*c* 1,5 P 4 *d*
11 5	19, 9	*b*=P 1 *c*
15	20, 4	*a* 3 P 0,5 *b* 1 *c*
25	21, 8	*a* 2,5 P 2 *b*
33	21, 2	*a* 2,5 P 2,5 *c*
43	22, 1	*a* 2 P 2 *b* (2)
50	20, 6	P 2 *c* (2)
58	18, 1	*c* 0,5 P (2)
12 6	15, 6	*c* 3 P (2)
		Séquences :
8 55		*b* 1,5 *c* 4 *d* 6 *f*
		f 1 *e* 3 *g* 2,5 *h*
9 51		*a* 2,5 *b* 2 *c* 4 *d* 5 *f*
		f 0,5 *e* 3 *g* 3,5 *h*

Notes : Brume basse.

(1) Comparaison difficile. De 7h40m à 8h3m observation très difficile; la planète est très voisine de l'étoile *c*.

(2) Brumes.

---

23 Février. — 2415439

Etoiles de comparaison :

B (B D+16,720)	= 21, 3 deg	*c*	= 6, 7 deg.
C (B D+16,719)	= 16, 5	*d*	= 5, 1
a.	= 11, 7	*f*	= 0, 0

Grossissement : 45 pour les deux premières observations ; 100 pour les autres.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
6 50	12, 7	P 1 *a*
7 1	8, 7	*a* 2,5 P 1,5 *c*
4	7, 2	*a* 4 P=*c*
8	6, 2	*c* 0,5 P
19	5, 4	*c* 1,5 P 0,5 *d*
24	6, 7	*c*=P
29	7, 7	*a* 3,5 P 0,5 *c*
33	8, 0	*a* 4 P 1,5 *c*
39	11, 1	C 4 *a* 1,5 P
		P 5 *c* 1,5 *d*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 46	10, 7	a 1 P 4 c
52	13, 1	C 3 P 1 a
57	13, 4	C 3 P 1,5 a
8 4	13, 6	C 2 P 2 a (1)
	15, 1	C 1,5 P 3,5 a (2)
11	14, 6	C 2 P 3 a
18	14, 1	C 2,5 P 2,5 a
25	12, 9	C 3,5 P 1 a
30	13, 6	C 3 P 2 a
37	13, 1	C 4 P 2 a
44	12, 4	C 4,5 P 1 a
49	11, 7	P=a (3)
54	11, 2	a 1 P 5 c (3)
9 0	10, 2	a 1,5 P 3,5 c (3)
10	10, 0	a 2 P 4 c (3)
16	8, 2	a 3,5 P 1,5 c
21	7, 0	a 5 P 0,5 c
27	6, 9	c=P 2 d
33	4, 9	c 2 P=d
38	4, 8	d 0,5 P 5 f
44	4, 0	d 1,5 P 4,5 f
46	5, 1	c 2 P 0,5 d
54	5, 9	c 1 P 1 d
10 2	8, 7	a 3 P 2 c
8	10, 4	a 1,5 P 4 c
15	10, 7	a 1 P 4 c
21	12, 8	C 3,5 P 1 a
29	14, 7	B 5 C 2 P 3,5 a
		a 4 c 1 d 5 f
31	15, 3	C 1,5 P 4 a
44	16, 0	C 0,5 P
50	16, 0	C 0,5 P
56	16, 2	B 4,5 C 0,5 P
11 9	15, 6	C 1 P 4 a
18	15, 3	C 1,5 P 4 a
29	14, 6	B 5 C 1,5 P 3 a
		a 4 c=d 4 f
39	14, 8	C 1,5 P 3 a
53	13, 9	C 3 P 2,5 a
12 2	14, 1	C 2,5 P 2,5 a
12 11	11, 7	P=a
20	7, 7	a 4 P 1 c (4)

Notes : Brume basse; lune.
(1) Ligne des yeux perpendiculaire à la ligne des étoiles.
(2) Ligne des yeux parallèle aux étoiles.
(3) Le voisinage de l'étoile B est gênant.
(4) Planète basse.

---

25 Février. — 2415441

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
A=(B D+15,781)=	30,5	c=9,7
B=(B D+15,780)=	25,0	d=7,4
a=(B D+15,784)=	20,0	c=3,0
C=(B D—15,782)=	18,1	f=0,0
b . . . . . =	14,3	

Grossissement : 100 de 8h51m à 9h52m ; 45 de 10h53m à 11h20m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 51	4,0	P 1 e
57	3,0	P=e
9 1	2,5	e 0,5 P 2,5 f
5	1,8	e 1 P 1,5 f
8	1,7	c 1,5 d 5 e
		e 1,5 P 1,5 f
14	2,2	e 0,5 P 2 f
19	2,7	e 0,5 P 3 f
24	4,2	c 2,5 d 3 P 1 e
28	5,0	d 2,5 P 2 e
31	7,8	c 2 P 0,5 d
33	8,6	c 1,5 P 1,5 d
37	9,8	c=P 2,5 d
43	10,5	b 4 P 1 c
47	10,8	b 3,5 P 1 c
52	11,5	b 3 P 2 c
10 1	12,0	b 2,5 P 2,5 c
9	13,2	b 1 P 3 c

heures	degrés	comparaisons
h. m		
10 11	13,0	*b* 1 P 3 *c*
17	14,1	*a* 5,5 *b*=P 4 *c*
21	15,1	*a* 5 P 1 *b*
27	15,8	*a* 4 P 1,5 *b*
32	15,8	*a* 4 P 1,5 *b*
38	16,1	*a* 4 P 2 *b*
53	14,9	C 3 P 0,5 *b*
11 3	13,0	*a* 6 *b* 1,5 P 4 *c*
8	13,5	*b* 1 P 4 *c*
13	13,0	*b* 1,5 P 3,5 *c*
17	11,3	*b* 3 P 1,5 *c*
23	10,2	*b* 4 P 0,5 *c*
29	7,8	*c* 1,5 P=*d*
34	7,5	*c* 2 *d*=P
40	6,2	*d* 1,5 P 3,5 *e*
46	5,2	*d* 2 P 2 *e*
53	2,5	*e* 0,5 P (1)
57	2,0	*e* 1 P (1)
12 4	2,0	*e* 1 P (1)
11	2,5	*e* 0,5 P (1)
17	5,4	*d* 2 P (2)
21	5,9	*d* 1,5 P (2)
26	7,9	P 0,5 *d* (2)
		Séquences :
10 9		*a* 5,5 *b* 4 *c*
		c 2,5 *d* 4 *e* 3,5 *f*
10 53		A 5,5 B 5 *a* 2 C
		C 3,5 *b* 4 *c* 3 *d*
11 13		*a* 1,5 C 4 *b* 5 *c*

Notes : Lune voisine gêne un peu.
(1) Etoile *f* invisible.
(2) Très difficile, P à peine visible, basse.

26 Février. — 2415442

Etoiles de comparaison :

	deg.
A (B D+15.794)	=14.3
B (B D+15.796)	=11.7
E (B D+15.800)	= 8.3
C (B D+15.798)	= 5.2
J	= 0,7
a	= 0,0

Grossissement : 100 pour toutes les observations.

heures	degrés	comparaisons
7 11	6,2	B 5 P 0,5 C
17	6,4	B 5 P 1 C
21	8,0	B 3 P 2 C
24	8,0	A 3 B 3,5 P 2,5 C
32	8,2	B 2,5 E 0,5 P 3 C
36	8,5	A 2,5 B 3 P
		P=E 3 C 4,5 *a*
42	9,0	B 2,5 E=P 3,5 C
53	8,7	B 3 E=P 3,5 C
8 0	8,3	E=P
10	6,5	E 2 P 1,5 C
13	6,8	E 1,5 P 1,5 C
19	6,6	B 3 E 2 P 1,5 C
23	6,4	A 2,5 B 3 E 2 P
		P 1 C 6 *a* (1)
31	4,2	C 1 P (1)
39	3,4	C 2 P 3 J
48	1,0	C 4 P=J (2)
50	0,7	P=J (2) (3)
9 47	6,0	E 2 P 0,5 C
56	8,3	E=P
10 12	9,5	B 3 P 2 E
16	9,5	B 3 P 2 E
20	10,5	P 3 E
28	10,3	P 2 E
33	8,7	A 2,5 B 4 P
		P 1,5 E 3 C
38	8,3	E=P
42	8,3	E=P
46	6,8	E 1,5 P
52	6,0	E 2,5 P 1 C
59	5,3	E 3 P=C (4)

Notes : Lune, cirrus épars.
(1) Cirrus voisinage de la planète.
(2) Planète faible.
(3) Interruption. Découverte de la Nova Persée dont j'ignorais encore l'existence.
(4) Voisinage de E gêne ; planète devient trop faible, cirrus.

27 Février. — 2415443

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
B (B D+14.907)	=22,9	*c*	=10,1
i (B D+15,817)	=16,9	*f*	= 3,2
d	=14,0	*g*	= 2,7
b	=11,3	*h*	= 0,0

Grossissement : 45 de 7h40m à 8h5m ; 100 pour les autres observations.

heures h. m.	degrés	comparaisons
7 40	12,6	P 2,5 *c*
55	8,6	*c* 1,5 P (1)
8 5	6,6	*c* 3,5 P (1)
22	1,2	*c* 6 *f* 1 *g* 1,5 P (1)
27	0,5	*c* 6,5 *f* 0,5 *g* 2,5 P
38	0,9	*c* 6 *f* 1 *g* 2 P
42	0,3	*g* 2 *h*=P
46	1,3	*g* 1,5 P 1,5 *h*
51	2,9	*g*=P 3 *h*
58	5,0	*c* 5,5 P 2 *f* 0,5 *g*
9 9	6,8	*c* 3,5 P 4 *g*=*f*
15	7,9	*c* 2,5 P 5 *f*
25	9,1	*c* 1 P
29	9,6	*c* 0,5 P
36	11,0	B 5 *i* 6 P 1 *c*
44	11,0	*i* 6 P 1 *c*
50	11,7	*i* 5 P 1,5 *c*
59	11,1	*d* 3 *b* 0,5 P 2 *c*
10 6	11,1	P 1 *c*
15	9,1	*c* 1 P
30	7,5	*c* 2,5 P 4,5 *f*
		f=*g*
10 40	7,8	*d* 2,5 *b*=*c*
		c 3 P 4 *f*
46	6,1	*c* 4 P 3 *f*
53	5,1	*c* 5 P 2 *f*
11 1	3,7	P 0,5 *f*
9	3,2	P=*f*
13	1,7	*f* 1,5 P (2)
22	1,7	*f* 1,5 P (2)
28	1,7	*f* 1,5 P (2)
44	4,6	*c* 5,5 P
54	7,1	*c* 3 P

Notes : Lune ; quelques nuages au début de la soirée.
(1) Quelques nuages dans le voisinage.
(2) Planète faible observations difficiles. Une étoile rouge, marquée X sur le croquis servant à identifier les étoiles, n'est pas indiquée sur les cartes B.D. quoiqu'elle soit de 9e gr environ : c'est peut-être une variable ?

8 Mars. — 2415452

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
A (B D+12,974)	=28,4 :	*a*	=10,0
B (B D+11,990)	=26,4 :	*c*	= 8,7
C (B D+12.962)	=22,4 :	*d*	= 7,0
D (B D+12,967)	=19,4 :	*e*	= 6,5
E (B D+12.970)	=16,9	*f*	= 0,0
b	=11,9		

Grossissement : 45 de 7h15m à 7h20m et à 10h54m ; 250 à 10h41m et 100 pour les autres comparaisons.

heures h. m.	degrés	comparaisons
7 15	12,4	P 1,5 *b*=*a* (1)
20	12,9	P 2 *b*=*a*
29	13,0	P 1,5 *b* 1 *a*
37	13,2	P 1,5 *b* 1,5 *a*
44	11,7	P=*b* 1,5 *a*

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 48	10,5	*b* 1,5 P 0,5 *a*
59	8,7	*b* 1,5 *a* 1,5 P
8 6	8,2	*b* 1,5 *a* 2,5 P
		P=*c* 1 *d* 1,5 *e*
17	5,3	*a* 1,5 *c* 1 *d* 1 *e*
		e 1 P 5 *f*
24	3,0	*e* 3 P 2,5 *f*
26	1,8	*e* 4,5 P 1,5 *b*
29	1,5	*e* 5 P 1,5 *f*
32	1,5	*e* 5 P 1,5 *f*
34	1,5	*e* 5 P 1,5 *f*
38	1,5	*e* 5 P 1,5 *f*
41	1,7	*e* 5 P 2 *f*
43	2,5	*e* 4 P 2,5 *f*
46	3,3	*e* 3,5 P 3,5 *f*
48	3,0	*e* 3,5 P 3 *f*
55	4,5	*d* 0,5 *e* 2 P
9 0	5,2	*d*=*e* 1,5 P
5	6,0	*e* 0,5 *d* 0,5 P
9	7,4	*c* 1 P 0,5 *d*=*e*
17	8,9	*c*=P 2 *d* 0,5 *e*
22	8,7	*b* 2,5 *a* 1 *c*
		c=P 2 *e*=*d* (2)
29	9,1	*b* 3 P 0,5 *c*
34	9,8	*b* 2,5 P 1,5 *c*
41	11,7	*b* 0,5 P 2 *a* 1 *c*
45	12,0	*b* 0,5 P 2,5 *a*
51	12,0	*b* 0,5 P
56	12,0	*b* 0,5 P
10 2	11,7	*b* 0,5 P 2 *a*
7	11,5	*b* 1 P 2 *a*
15	11,4	*b* 1 P 2 *a*
22	10,9	*b* 1 P 3,5 *c*
30	9,9	*b* 3 *a* ; *b* 2 P 1 *c*
		c 2 *d*=*e* 7 *f* (3)
41	7,5	P 0,5 *d* (3)
54	6,1	*c* 2 *d* 1 P=*e*
57	6,1	*c* 2 *d* 1,5 P 1 *e*
11 5	3,8	*e*=*d* 3 P
9	3,0	*d* 4 P 3 *f* (4)
11 12	2,8	*d* 4 P 2,5 *f*
13	2,7	*d* 4 P 2,5 *f*
16	2,0	*d* 5 P 2 *f*
19	1,5	*d* 5,5 P 1,5 *f*
23	1,5	*d* 5,5 P 1,5 *f*
27	2,0	*d* 5 P 2 *f*
32	2,0	*d* 5 P 2 *f*
38	2,0	*d* 0,5 *e* 4,5 P 2 *f*
43	2,5	*d* 4,5 P 2,5 *f*
46	3,0	*d* 1 *e* 3,5 P 3 *f*
50	3,5	*e* 3 P 3,5 *f*
55	5,0	*d* 0,5 *e* 1,5 P
12 0	7,5	*d*=P 1,5 *e*

Séquence :

h m	
10 54	A 2 B 4 C 3 D
	D 2,5 E 5 *b* 2 *a*
	a=*c* 2 *d* 1 *e*

Notes : (1) Petits nuages.
(2) La lune se lève.
(3) Etoile *d*, très voisine de P, gêne.
(4) *f* à peine visible.

♂ Mars — 2415453

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
e	=15,4	*f*	= 4,4
d	=12,4	*g*	= 0,0
c	= 8,7		

Grossissement : 70 de 7h40m à 8h31m : 100 ensuite.

heures	degrés	comparaisons
h m		
7 40	6,2	*d* 5 P 5 *g* (1)
43	5,7	*d* 3,5 *c* 2,5 P 5 *g* (1)
50	5,9	*c* 3 P 2,5 *f* 2,5 *g* (1)
56	4,0	*f* 0,5 P 4 *g* (1)
8, 0	5,5	*c* 3 P 1 *f* (1)
6	3,5	*f* 0,5 P 3 *g* (1)
9	3,2	*f* 1 P 3 *g* (1)

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 14	3,2	*f* 1,5 P 3,5 *g* (1)
19	2,2	*f* 2,5 P 2,5 *g*
23	1,9	*c* 3,5 *f* 3 P 2 *g* (1)
27	3,2	*f* 2 P 3 *g* (1)
31	2,2	*f* 2,5 P 2,5 *g*
35	1,5	*f* 3 P 1,5 *g*
40	1,0	P 1 *g*
44	1,0	P 1 *g*
50	2,0	P 2 *g* (1)
54	2,4	*f* 2 P 2,5 *g* (1)
9 0	4,4	*f*=P (1)
21	10,0	*d* 2 P 1 *c* (1)
26	11,3	*d* 1,5 P 3 *c*
31	12,0	*e* 3 P=*d* (1)
38	13,4	*e* 2 P 1 *d* (1) (2)

Notes : Ciel garni de cirrus en bandes, parfois épais.
(1) Cirrus dans voisinage immédiat.
(2) Cirrus empêchent de continuer.

16 Mars. — 2415460

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
d	=19,7	*a*=	7,0
c	=14,0	*f*=	0,0
b	=12,1		

Grossissement : 100 de 9h21m à 9h39m et de 11h5m à 11h35m ; 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
9 21	9, 1	*b* 3 P 2 *a*
25	9, 3	*b* 3 P 2,5 *a*
29	10, 0	*b* 2 P 3 *a*
34	10, 5	*b* 1,5 P 3,5 *a*
37	11, 3	*b* 0,5 P 4 *a*
39	12, 1	*b*=P
44	13, 3	*c* 1 P 1,5 *b*
51	15, 8	*d* 4 P 2 *c*
10 2	17, 0	*d* 3 P 3 *c*
		c 2 *b* 5 *a*
7	17, 8	*d* 2 P 4 *c*
16	17, 4	*d* 2,5 P 3,5 *c*
23	18, 1	*d* 1,5 P 4 *c*
29	18, 1	*d* 1,5 P 4 *c*
36	16, 6	*d* 3 P 2,5 *c*
42	15, 6	*d* 4 P 1,5 *c*
47	15, 6	*d* 4 P 1,5 *c*
52	14, 4	*d* 5 P 0,5 *c* 1,5 *b*
59	12, 8	*c* 1 P 0,5 *b*
11, 5	10, 8	*b* 1,5 P 4 *a*
11	9, 5	*b* 2,5 P 2,5 *a* (1)
16	7, 0	P=*a* (1)
20	5, 5	*a* 1,5 P (1)
26	5, 0	*a* 2 P (2)
30	4, 0	*a* 3 P (3)
35	3, 5	*a* 3,5 P 3,5 *f*

Notes : Images très mauvaises ; vent sud fort.
(1) Étoile *b* voisine gêne.
(2) Planète très faible.
(3) Nuages.

23 Mars. — 2415467

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b	= 6,9	*a*=	0,0

Grossissement: 100 de 7h52m à 8h8m 70 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 52	2, 0	P 2 *a* (1)
8 3	3, 5	P 3,5 *a* (1)
8	4, 7	*b* 2 P 4,5 *a*
16	4, 2	*b* 2,5 P 4 *a*
20	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
25	4, 0	*b* 3 P 4 *a*
29	3, 5	*b* 3,5 P 3,5 *a*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 34	3, 7	*b* 3 P 3,5 *a*
37	4, 2	*b* 3 P 4,5 *a* (2)
43	3, 0	*b* 4 P 3 *a*
47	2, 5	*b* 4,5 P 2,5 *a* (2)
52	3, 4	*b* 3,5 P 3,5 *a* (2)
55	2, 9	*b* 4 P 3 *a* (2)

Notes: Cirrus par tout le ciel, brumes.
(1) Le voisinage de l'étoile *a* gêne.
(2) Cirrus. Le ciel devient inobservable après 8h55m.

28 Mars. — 2415472

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
a	= 8,4	*f*	= 1,0
b	= 7,3	*c*	= 0,0
d	= 4,4		

Grossissement: 100 toute la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 30	1, 9	*a* 1 *b* 5 P 1 *c* (1)
45	2, 8	*a* 1 *b* 3,5 P 1 *c* (1)
9 2	5, 2	*a* = *b* 2 P 4 *c* (1)
13	3, 3	*b* 1,5 *a* 3 P
		d 2,5 P 2 *f* (1)
20	6, 0	*a* 1 *b* 1,5 P
		P 2 *d* 3 *f* 1 *c*
29	8, 8	*a* = P 2 *b*
37	8, 6	*a* = P 1,5 *b*
45	8, 2	*a* 0,5 P 1 *b* 3 *d*
52	6, 9	*a* 2 *b* = P 2,5 *d*
58	4, 9	*b* 2,5 P 0,5 *d*
10 3	4, 1	*b* 2 *d* 0,5 P
		P 2,5 *f* (2)
6	2, 7	*d* 2 P 2 *f*
18	2, 1	*a* 1,5 *b* 3 *d*
		d 2 P 0,5 *f*
26	1, 7	*d* 2,5 P 0,5 *f* (3)
31	0, 0	*f* 1 P (3)
10 36	—1, 0	*f* 2 P (4)
44	—0, 3	*b* 3,5 *d* 3,5 *f* 1 P (4)
57	—1, 5	*f* 2,5 P (5)
11 5	—1, 5	*f* 2,5 P (5)

Notes : Lune voisine, ciel peu étoilé.
(1) Nuages dans le voisinage.
(2) Nuages.
(3) Planète faible.
(4) Planète très faible.
(5) Planète à peine visible. comparaison douteuse; ciel se couvre ensuite.

29 Mars — 2415473

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
b (B D + 5,1583)	= 17,9	*a*	= 6,7
d	= 13,9	*f*	= 0,0
c	= 10,4		

Observations faites à l'équatorial coudé 0m32). Gt. 75.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 38	5, 7	*a* 1 P
43	6, 2	*a* 0,5 P
55	5, 2	*a* 1,5 P
8 6	3, 6	*a* 3 P 3,5 *f*
13	4, 8	*a* 2 P 5 *f*
17	5, 1	*a* 1,5 P 5 *f*
21	6, 2	*a* 0,5 P
33	7, 2	P 0,5 *a*
39	9, 3	*c* 1 P 2,5 *a*
47	10, 0	*b* 7 *c* 0,5 P 3 *a*
54	10, 7	*b* 7 *c* = P 4 *a*
9 0	11, 9	*b* 6 P 1,5 *c*
7	12, 4	*d* 1,5 P 2 *c*
18	13, 9	*b* 4 P = *d* (1)
27	14, 2	*b* 3,5 P = *d* (2)
40	14, 2	*b* 4 P 0,5 *d* (2)
10 5		(3)

Notes : **Lune gêne un peu.**
(1) **Cirrostratus, halo lunaire; étoile *c* invisible.**
(2) Cirrus épaississent.
(3) Planète invisible, cirrus trop épais.

8 Avril. — 2415483

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
a	= 6,5	*b* = 0,0

Grossissement : 45 toute la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 38	3, 0	*a* 3,5 P 3 *d*
47	3, 2	*a* 3 P 3 *d* (1)
54	3, 3	*a* 3,5 P 3,5 *d* (1)
9 1	4, 0	*a* 2,5 P 4 *d* (1)
16	5, 0	*a* 1,5 P 5 *d* (1)
32	5, 0	*a* 1,5 P (2)
10 0	1, 5	*a* 5 P 1,5 *d* (3)
15	0, 0	*d* = P (1)

Notes : (1) Cirrus.
(2) Cirrus, *d* invisible.
(3) Bonne comparaison.

9 Avril. — 2415484

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
A	= 18, 8	*g* = 4,3
b	= 11, 6	*h* = 0,0
a	= 10, 6	

Grossissement : 45 à 8h20m ; 100 pour les autres observations.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 20	7, 7	*a* 3 P 4 *g*
		b 4,5 P
34	8, 5	*a* 2,5 P
		b 3 P 5 *g* 3 *h*
40	10, 2	*b* 1,5 P 6 *g*
45	11, 1	*b* 0,5 P
8 52	12, 2	*A* 6,5 P 0,5 *b*
57	13, 2	*A* 5,5 P 1,5 *b*
9 2	13, 0	*A* 6 P 1,5 *b*
6	11, 6	*b* = P
10	10, 9	*b* 0,5 P 6,5 *g*
13	9, 4	*b* 2 P 5 *g*
17	9, 2	*b* 2,5 P 5 *g*
22	9, 0	*b* 3 P 5 *g*
24	8, 8	*b* 2,5 P 4 *g*
27	8, 4	*b* 3 P 4 *g*
31	7, 9	*b* 3,5 P 3,5 *g*
36	6, 7	*b* 4,5 P 2 *g*
40	7, 2	*b* 4,5 P 3 *g*
45	6, 4	*b* 5 P 2 *g*
49	4, 8	P 0,5 *g*
53	3, 7	*g* 1,5 P 2,5 *h*
57	2, 6	*g* 1,5 P 2,5 *h*
10 2	1, 8	*g* 2 P 1,5 *h*
8	1, 4	*g* 3 P 1,5 *h*
11	1, 4	*g* 3 P 1,5 *h*
15	1, 6	*g* 3 P 2 *h*
19	1, 6	*g* 3 P 2 *h*
23	1, 9	*g* 2,5 P 2 *h*

Note : Vers 10h25m le ciel se couvre rapidement.

10 Avril. — 2415485

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
a	= 12,4	*c* = 0,0
b	= 4,9	

Grossissement : 100 toute la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h m.		
8 8	9, 4	*a* 4 P 6 *b*
15	10, 4	*a* 2,5 P 6,5 *b*
21	11, 4	*a* 1 P
26	11, 4	*a* 1,5 P 7 *b*

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
7 53	3, 4	*a* 3 *b* 4 P 3 *d*
8 0	3, 5	P 2 *f* 1,5 *g*
15	5, 3	*b* 3 P 4,5 *f* 1 *g*
29	5, 5	*b* 1,5 P 4 *f* 1 *g*
36	5, 2	*b* 2 P 4 *f* 0,5 *g*
48	5, 5	*b* 2 P 4 *f* 1,5 *g*
9 0	5, 8	*b* 1,5 P 4 *f* 2 *g*
7	5, 8	*b* 1,5 P 4 *f* 2 *g*
14	5, 7	*b* 1,5 P 4 *f* 1,5 *g*
25	5, 3	*b* 2 P 3 5 *f* 2 *g*
36	5, 2	*b* 2,5 P 3,5 *f* 2 *g*
45	4, 7	*b* 2,5 P 3 *f* 1,5 *g*
56	4, 2	*b* 3 P 2,5 *f* 1,5 *g*
10 7	4, 3	*b* 3 P 2,5 *f* 2 *g*
17	4, 5	*b* 3 P 3 *f* 1,5 *g*
29	5, 3	*b* 2,5 P 4 *f* 2 *g*
40	5, 2	*b* 2,5 P 3,5 *f* 2 *g*
49	5, 5	*b* 2 P 4 *f* 1,5 *g*
59	5, 6	*b* 2 P 4 *f* 2 *g*

20 Avril. — 2415495

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
c	= 15,5	*f*	= 5,8
d	= 6,7	*b*	= 0,0

Grossissement: 70. de 8h15m à 8h25m et 45 ensuite.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 15	»	P 3,5 *a*
25	6, 9	P 4 *a* 2 *b*
40	8, 5	*c* 7 P 2 *d* 0,5 *f*
		f 2,5 *a* 4 *b*
9 3	8, 6	*c* 6,5 P 2 *d* 1 *f*
		f 2 *a* 3 *b*
17	8, 7	P 3 *a*
		P 2 *d* 1 *f* = *a*
28	8, 7	P 1 *a* 1 *d* 1 *f*
9 47	8, 7	P = *a* 2 *d* 1 *f*
10 6	8, 3	P = *a* 1,5 *d* 1 *f*
17	9, 3	P 0,5 *a* 2 *d* 1 *f*
33	8, 8	P 3 *a*
		P 2 *d* 1 *a* = *f* 6 *b*

Notes : Les étoiles de comparaison semblent varier brusquement d'éclat, sans doute à cause d'un état particulier de l'atmosphère; en outre, elles sont très éloignées de la planète comme positions, et la seule étoile plus brillante qu'Eros est très différente d'éclat: par suite, les observations sont pénibles et les résultats douteux. — L'étoile *a* est peut-être variable ? ?

23 Avril. — 2415498

Etoiles de comparaison :

	deg.		deg.
f	= 6,1	*g*	= 0,1
		c	= 0,0

Grossissement: 100 toute la soirée.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 28	0, 7	*c* = P
		f 5 P 1 *g*
40	1, 6	P 1 *c*
		f 4 P 1,5 *g*
47	1, 9	P 2 *c*
		f 4 P 1,5 *g*
54	1, 6	P 1,5 *c*
		f 4,5 P 1,5 *g*
9 1	1, 5	P 1,5 *c*
		f 4,5 P 1,5 *g*
10	1, 6	P 2 *c*
		f 5 P 1,5 *g*
21	1, 7	P 2 *c*
		f 4,5 P 1,5 *g*
29	1, 7	P 2 *c*
		f 4,5 P 1,5 *g*

heures	degrés	comparaisons
h m		
9 34	1, 6	P 2 c
		f 5 P 1,5 g
38	1, 6	P 2 c (1)
		f 5 P 1,5 g

Notes : (1) Nuages : ciel se couvre ensuite.

24 Avril. — 2415499

Étoiles de comparaison :

	deg.	deg
a.	= 9,5	c = 0,0
b.	= 6,9	

Grossissement : 100.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 47	2, 5	a 2 b 4,5 P 2 c
56	2, 0	b 4,5 P 1,5 c
9 7	2, 7	b 4 P 2,5 c
15	2, 9	b 4 P 3 c
24	2, 8	a 3 b 4 P 3 c
30	2, 6	a 3 b 4 P 2,5 c
35	2, 8	a 3 b 4 P 3 c
42	2, 5	a 2,5 b 4,5 P
		P 2,5 c
47	2, 3	a 3 b 4,5 P
		P 2,5 c
55	2, 8	a 2 b 4,5 P 3 c
10 0	2, 9	b 4 P 3 c (1)
7	2, 9	b 4 P 3 c (1)
13	2, 5	b 4,5 P 2,5 c (1)
18	2, 9	b 4 P (1)
27	2, 7	b 4,5 P 3 c (1)
35	2, 4	b 4,5 P (2)

Notes : Lune, ciel laiteux, Eros faible.
(1) Nuages dans le voisinage.
(2) c invisible; planète très faible, d'ailleurs basse. Ciel se couvre ensuite. Malgré les nuages de la fin, ces deux heures d'observations laissent l'impression très nette, la certitude même, qu'Eros ne varie plus d'une façon appréciable.

4 Mai. — 2415509

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
a.	= 6,0	c = 0,0
b.	= 3,0	

Observations faites à l'équatorial coudé $0^m,32$. — Grossissement : 75.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
9 20	1, 8	a 3 b 1,5 P 2 c
29	2, 0	a 3 b 1 P 2 c
35	1, 0	a 3 b 2 P 1 c
43	0, 8	a 3 b 2 P 0,5 c
48	1, 3	a 3 b 1,5 P 1 c
56	1, 0	b 2 P 1 c
10 0	1, 2	b 2 P 1 5 c
5	1, 0	b 2 P 1 c (1)
12	1, 0	b 2 P (2)

Notes : Lune, ciel peu étoilé.
(1) P très faible.
(2) P à peine visible.

14 Mai. — 2415519

Etoiles de comparaison :

	deg.	deg.
a.	= 17,9	e = 5,3
b.	= 13,8	g = 1,0
d.	= 7,5	h = 0,0
f.	= 6,5	

Observations faites à l'équatorial coudé (0^m32). — Grossissement : 75.

heures	degrés	comparaisons
h m		
8 50	11, 2	a 2,5 b 3 P 3 d
		d 1,5 f 1 e 1 g
9 17	11, 8	b 2 P 4 d 1 f
		f 1,5 e 4 g 1 h
35	12, 0	a 4 b 2 P 5 d 0,5 f
		f 1 e 4 g 1 h
43	12, 8	a 5 b 0,5 P
51	11, 6	a 4,5 b 2 P

heures	degrés	comparaisons
h m		
10 0	13, 0	*a* 4,5 *b* 0,5 P
24	11, 8	*a* 4 *b* 2 P
45	11, 8	*a* 4 *b* 2 P (1)

Note : (1) P faible, basse, brume.

15 Mai. — 2415520

Etoiles de comparaison :

a. . . . . = 3,5 deg. *b* = 0,0 deg.

Observations faites à l'équatorial coudé (0m32). — Grossissement : 75.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
8 52	0, 0	*a* 4 P 0,5 *b* (1)
9 17	0, 2	*a* 3 P = *b* (2)
56	0, 2	*a* 3 P = *b*
10 8	—0, 5	*a* 3,5 *b* 0,5 P (1)
19	0, 0	*a* 3,5 P = *b* (3)

Notes : (1) Nuages.
(2) Nuages; interruption d'une 1/2 heure occasionnée par les nuages.
(3) Le ciel se couvre complètement après 10h20m.

17 Mai. — 2415522

Etoiles de comparaison :

a. . . . . = 12,6 deg. *g* = 3,8 deg.
b. . . . . = 11,6 *h* = 0,0
d. . . . . = 8,8

Observations faites à l'équatorial coudé (0m32). — Grossissement : 75.

heures	degrés	comparaisons
h. m		
9 2	7, 0	*a* 1 *b* 2,5 *d* 2 P
		P 3 *g* 4 *h* (1)
43	7, 4	*b* 3 *d* 1,5 P
		P 4 *g* 3,5 *h*
10 6	8, 0	*b* 3 *d* 0,5 P
		P 4 *g* 4 *h*
17	7, 8	*d* 1 P 4 *g* (2)
43	8, 3	*d* 0,5 P (2)

Notes : (1) Interruption à cause des nuages.
(2) Nuages.

20 Mai. — 2415525

Etoiles de comparaison :

a. . . . . = 6,9 deg. *c* = 0,0 deg.
b. . . . . = 2,7

Observations faites à l'équatorial coudé (0m32). — Grossissement : 75.

heures	degrés	comparaisons
h. m.		
9 25	2, 0	*a* 4,5 *b* 0,5 P 2 *c*
39	1, 7	*a* 4 *b* 1 P 1 5 *c*
50	0, 9	*a* 4,5 *b* 1,5 P 0,5 *c*
56	1, 2	*a* 4 *b* 1,5 P 1 *c*
10 1	1, 7	*a* 4 *b* 1 P 1,5 *c*
9	1, 4	*b* 1,5 P 1,5 *c*
16	1, 1	*b* 2 P 1,5 *c*
25	1, 4	*b* 1.5 P 1,5 *c* (1)
34	1, 6	*b* 1 P 1,5 *c* (2)

Notes : (1) Planète faible.
(2) Planète basse, nuages. Inobservable ensuite.

Les planches ci-jointes contiennent les dessins faits dans chaque soirée d'observations pour l'identification des étoiles de comparaison ; la trajectoire approchée de la planète y est marquée en trait pointillé.

Dans ces dessins, les grandeurs relatives des étoiles ne sont indiquées que d'une façon approximative : on s'est surtout appliqué à bien faire ressortir les étoiles les plus brillantes qui devront être plus particulièrement utilisées pour l'identification de chaque dessin avec la portion correspondante du ciel.

Les positions des étoiles sur ces cartes se rapportent à 1855,0 et le tableau I contient la liste, par soirée, des étoiles de B.D., ainsi que la lettre, en général une majuscule, qui sert à désigner chacune d'elles sur la carte.

Le tableau II renferme les lettres désignant, sur les cartes, les étoiles auxquelles Eros a été comparée. Parmi ces lettres, celles qui sont en caractères romains, majuscules ou minuscules, indiquent les mêmes étoiles sur les dessins que dans les comparaisons de MM. Guillaume et Luizet (§ I et § III). La plupart du temps M. Le Cadet, à l'équatorial coudé, a comparé Eros aux mêmes étoiles que les deux autres observateurs à l'équatorial Brünner, mais il ne les a désignées que fortuitement par la même lettre qu'eux (§ II) ; le tableau III indique la correspondance entre ces deux modes de notation.

Dans quelques-uns des dessins on trouve des étoiles désignées par des lettres grecques. Ce sont celles qui ont servi aux comparaisons d'Eros à l'équatorial coudé, mais n'ont pas été employées à l'équatorial Brünner ; le tableau IV montre la correspondance entre ces lettres grecques et les lettres romaines employées (§ II).

TABLEAU I

20 Février

A	=	+ 17°821	9°4
B	=	+ 17 823	9 5
C	=	+ 17 818	9 5
D	=	+ 17 820	8 9

21 Février

a	=	+ 17°824	9°5
A	=	+ 17 825	9 2
B	=	+ 17 826	9 5
E	=	+ 17 827	9 1
C	=	+ 17 692	9 0
D	=	+ 17 691	8 9

22 Février

A	=	+ 16°697	8°3
B	=	+ 16 700	9 0
C	=	+ 16 698	9 5
D	=	+ 16 701	9 4

23 Février

A	=	+ 16°711	9°1
B	=	+ 16 720	9 3
C	=	+ 16 719	9 5
D	=	+ 16 721	8 8

25 Février

A	=	+ 15°781	9°2
B	=	+ 15 780	9 1
C	=	+ 15 782	9 3
a	=	+ 15 784	9 5
D	=	+ 15 787	8 2

26 Février

A	=	+ 15°794	9°4
B	=	+ 15 796	9 5
C	=	+ 15 798	9 5
D	=	+ 15°801	9°5
E	=	+ 15 800	9 5
F	=	+ 15 802	9 5
G	=	+ 15 806	9 5

27 Février

A	=	+ 15°822	6°5
c	=	+ 15 815	9 5
i	=	+ 15 817	9 3
B	=	+ 15 907	9 3

8 Mars

A	=	+ 12°974	9°2
B	=	+ 12 990	8 9
C	=	+ 12 962	9 5
D	=	+ 12 967	9 5
E	=	+ 12 970	9 3

9 Mars

A	=	+ 11°1009	6°5
b	=	+ 11 1001	9 2
B	=	+ 11 1002	8 2
D	=	+ 11 1003	8 9

16 Mars

A	=	+ 9°1142	9°3
B	=	+ 9 1143	9 3
C	=	+ 9 1147	8 0
D	=	+ 9 1148	9 5
E	=	+ 9 1150	9 0

23 Mars

B	=	+ 7°1489	9°4
A	=	+ 7 1491	9 2
C	=	+ 7 1486	9 5
D	=	+ 7 1482	9 2
E	=	+ 7 1481	9 3

28 Mars

A	=	+ 6°1532	9°1
B	=	+ 6 1533	9 3
C	=	+ 6 1534	9 1
D	=	+ 6 1539	8 9
E	=	+ 6 1541	9 2
H	=	+ 6 1548	8 3

29 Mars

A	=	+ 5°1577	6°0
b	=	+ 5 1583	9 5
D	=	+ 6 1567	9 4
E	=	+ 6 1562	9 5
F	=	+ 6 1568	8 8
G	=	+ 5 1587	9 3

8 Avril

A	=	+ 3°1788	9°3
B	=	+ 3 1789	9 3
C	=	+ 3 1790	9 3
D	=	+ 3 1791	9 5

9 Avril

L	=	+ 3°1804	9°5
M	=	+ 3 1805	8 7
N	=	+ 3 1808	9 5
P	=	+ 3 1810	9 3
Q	=	+ 3 1812	9 5
R	=	+ 3 1819	9 5

10 Avril

A	=	+ 2°1816	9°5
B	=	+ 2°1818	8 7
C	=	+ 2 1821	9 5
E	=	+ 2 1822	9 3
F	=	+ 2 1823	9 5
H	=	+ 2 1824	9 2

15 Avril

A =	+ 1°2003	9ᵉ2
B =	+ 1 2008	8 0
D =	+ 1 2010	9 0
E =	+ 1 2011	8 7

17 Avril

A =	+ 1°2040	7ᵉ8
B =	+ 1 2044	9 0
C =	+ 1 2051	9 0

18 Avril

A =	+ 1°2058	9ᵉ5
B =	+ 1 2061	9 3
E =	+ 1 2060	8 8
D =	+ 1 2059	9 0

19 Avril

A =	+ 1°2073	9ᵉ3
B =	+ 1 2067	9 5
C =	+ 1 2068	9 3

20 Avril

A =	+ 0°2991	9ᵉ5
B =	+ 0 2992	9 2
C =	+ 0°2993	9ᵉ2
D =	+ 0 2995	9 5
E =	+ 0 2996	8 5
F =	+ 0 2997	9 0

22 Avril

A =	+ 0°2331	8ᵉ0
B =	+ 0 2333	9 5
C =	+ 0 2338	9 2

24 Avril

A =	+ 0°2349	9ᵉ5
B =	+ 0 2350	8 6
C =	+ 0 2352	9 3
D =	+ 0 2353	9 1
E =	— 0 2031	9 2
F =	— 0 2032	8 8
G =	— 0 2035	9 5

4 Mai

A =	— 2°2799	9ᵉ5
C =	— 1 2207	7 0

14 Mai

A =	— 4°2686	9ᵉ3
B =	— 4°2688	9ᵉ5
C =	— 4 2684	9 5
D =	— 4 2682	9 5
E =	— 3 2735	10 0

15 Mai

A =	— 4°2697	9ᵉ5
B =	— 4 2699	10 0
C =	— 4 2700	10 0
D =	— 4 2701	9 0

17 Mai

A =	— 4°2717	8ᵉ3
B =	— 4 2720	10 0
C =	— 4 2724	10 0
D =	— 4 2725	9 4

20 Mai

A =	— 5°2938	9ᵉ5
B =	— 5 2943	9 9
C =	— 5 2948	10 0
D =	— 5 2945	8 2
E =	— 5 2944	9 7
F =	— 5 2951	9 6
G =	— 5 2952	9 3

TABLEAU II

DATES	NOMS DES ÉTOILES DE COMPARAISON	DATES	NOMS DES ÉTOILES DE COMPARAISON
20 Février.	A. *b*. B. *a*. *c*. *d*. e'. *e*. α. β.	9 Avril.	A *b*. *a*. *g*. *h*.
21 Février.	A. B. *a*. *m*. *b*. α. β.	10 Avril.	*a*. *b*. *c*.
22 Février.	*a*. *b*. *c*. *d*. *f*. *e*. *g*. *h*. γ. θ.	15 Avril.	*a*. *b*. *c*. γ. β.
23 Février.	B. C. *a*. *c*. *d*. *f*.	17 Avril.	*h*. *a*. *b*.
25 Février.	*a*. *b*. *c*. *d*. *e*. *f*. C. α. β.	18 Avril.	*b*. *c*. *d*. *f*.
26 Février.	A. B. E C. J. *a*. K. φ	19 Avril.	*b*. *f*. *g*.
27 Février.	B. *i*. *d*. *b*. C. *f*. *g*. *h*.	20 Avril.	*c*. *d*. *f*. *b*.
8 Mars.	*b*. *a*. *c*. *d*. *e*. *f*.	23 Avril.	*f*. *g*. *c*.
9 Mars.	*e*. *d*. *c*. *f*. *g*.	24 Avril.	*a*. *b*. *c*.
16 Mars.	*d*. *c*. *b*. *a*. *f*. ε	4 Mai.	*a*. *b*. *c*.
23 Mars.	*b*. *a*. ε. δ.	14 Mai.	*a*. *b*. *d*. *f*. *e*. *g*. *h*.
28 Mars.	*a*. *b*. *d*. *f*. *c*.	15 Mai.	*a*. *b*.
29 Mars.	*b*. *d*. *c*. *a*. *f*.	17 Mai.	*a*. *b*. *d*. *g*. *h*.
8 Avril.	*a*. *d*.	20 Mai.	*a*. *b*. *c*.

TABLEAU III

DATES	BRUNNER		COUDÉ
20 Février	*e'*	=	*m*
	e	=	*n*
21 Février	A	=	*b*
	B	=	*a*
	b	=	*k*
	a	=	*c*
22 Février	D	=	*d*
	a	=	*s*
	C	=	*p*
	b	=	*k*
	d	=	*m*
	f	=	*n*
	h	=	*o*

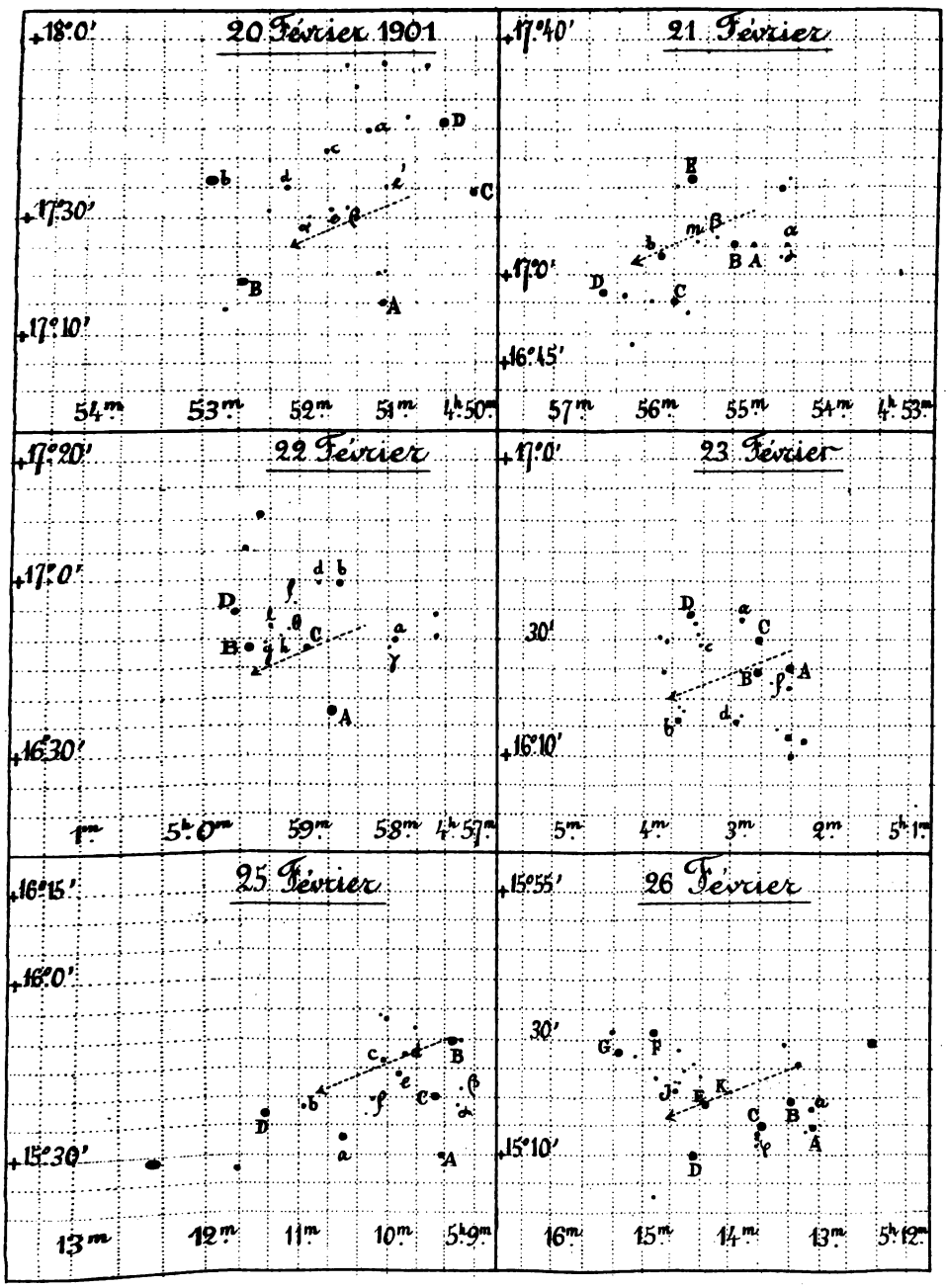
DATES	BRUNNER		COUDÉ
25 Février	*b*	=	F
	c	=	*b*
	d	=	*c*
	e	=	*d*
8 Mars	*b*	=	*x*
	a	=	*b*
	c	=	*g*
23 Mars	*a*	=	*y*
15 Avril	*c*	=	*a*

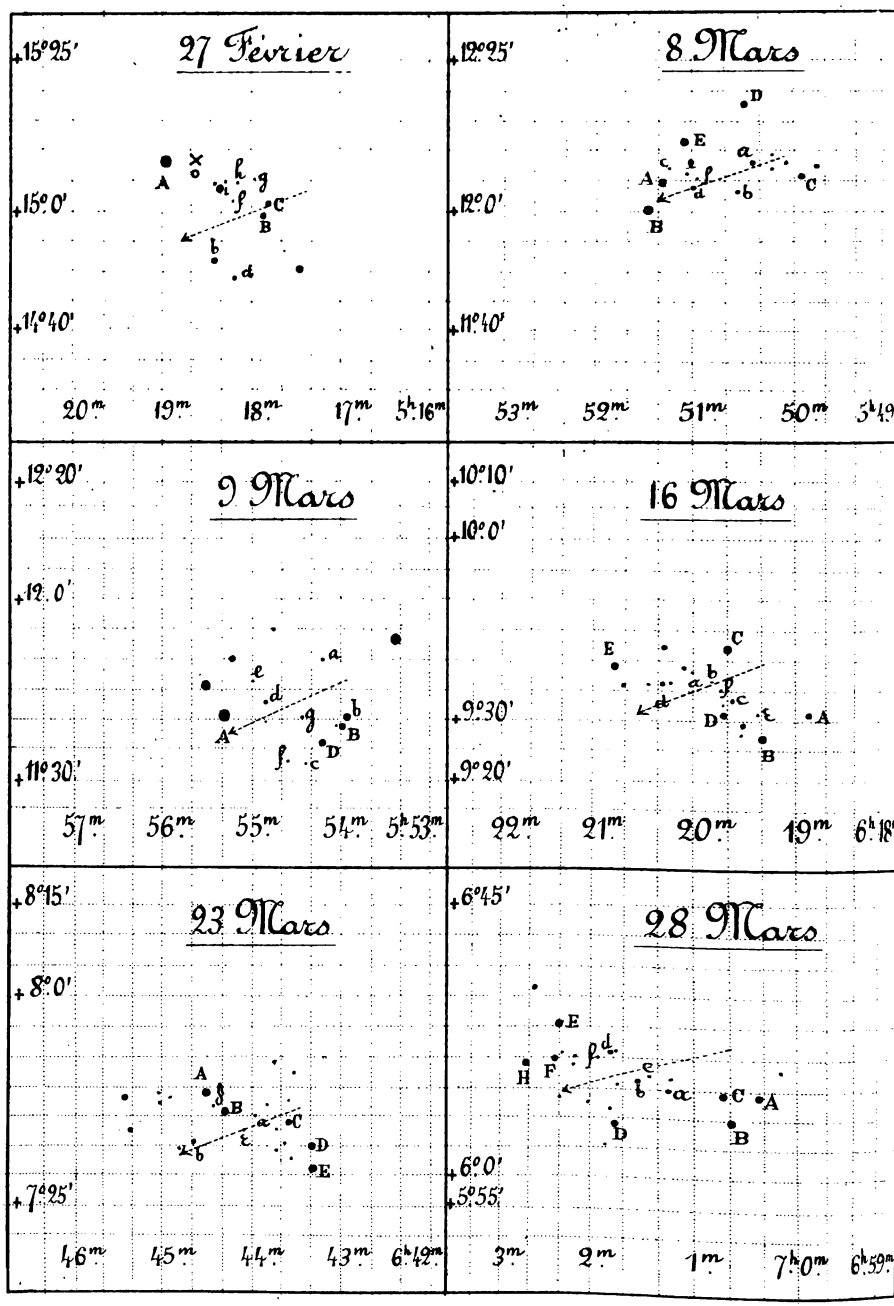
TABLEAU IV

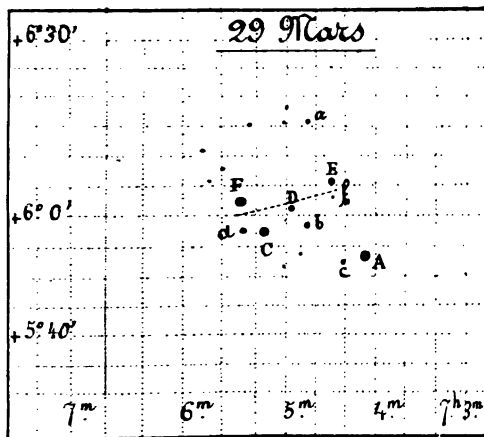
20 Février . . .	o = α ; K = β	26 Février . . .	*f* = φ.
21 Février . . .	*x* = α ; n = β	16 Mars.	*a* = ε.
22 Février . . .	*t* = γ ; o' = θ	23 Mars.	*a* = ε ; *d* = δ
25 Février . . .	B = α ; D = β	15 Avril.	*c* = γ ; *b* = ζ

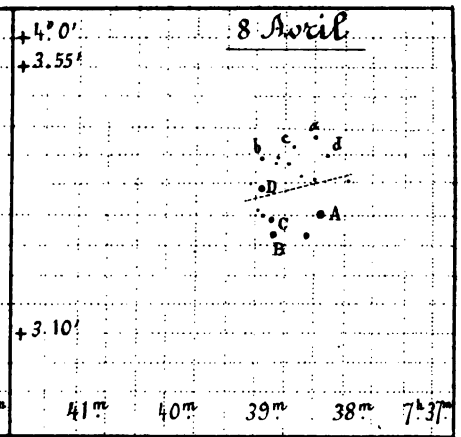
Lyon. — Imp. A. REY, 4, rue Gentil. . 28508

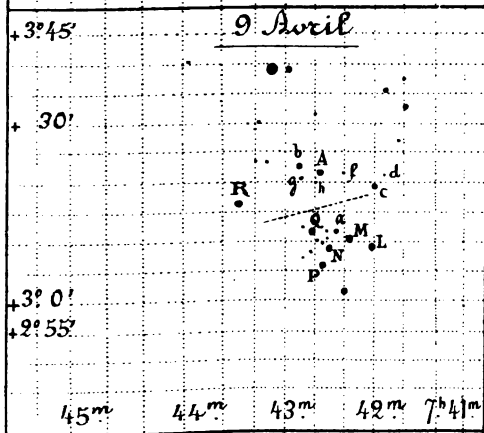
PLANCHES

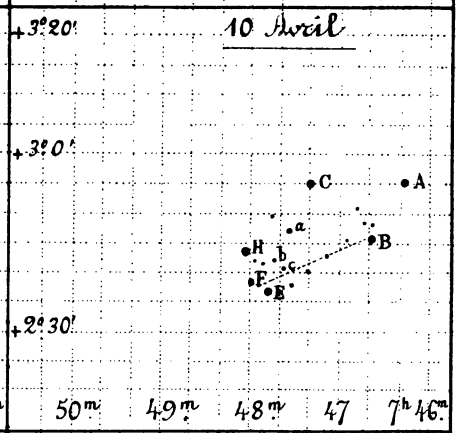

20 Février 1901
+18°0'
+17°30'
+17°10'
54m
53m
52m
51m
4h50m
21 Février
+17°40'
+17°0'
+16°45'
57m
56m
55m
54m
4h53m
22 Février
+17°20'
+17°0'
+16°30'
1m
5h0m
59m
58m
4h57m
23 Février
+17°0'
30'
+16°10'
5m
4m
3m
2m
5h1m
25 Février
+16°15'
+16°0'
+15°30'
13m
12m
11m
10m
5h9m
26 Février
+15°55'
30'
+15°10'
16m
15m
14m
13m
5h12m

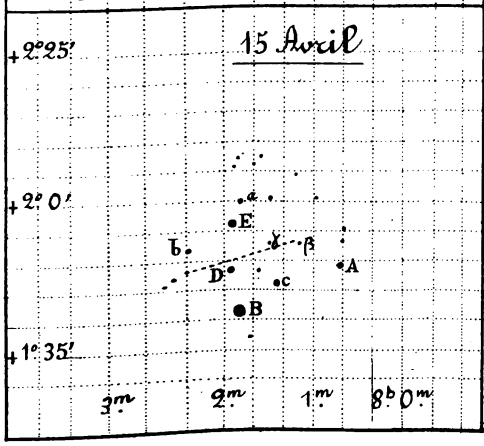

27 Février
+15°25'
+15°0'
+14°40'
20m 19m 18m 17m 5h16m
8 Mars
+12°25'
+12°0'
+11°40'
53m 52m 51m 50m 5h49m
9 Mars
+12°20'
+12°0'
+11°30'
57m 56m 55m 54m 5h53m
16 Mars
+10°10'
+10°0'
+9°30'
+9°20'
22m 21m 20m 19m 6h18m
23 Mars
+8°15'
+8°0'
+7°25'
46m 45m 44m 43m 6h42m
28 Mars
+6°45'
+6°0'
+5°55'
3m 2m 1m 7h0m 6h59m

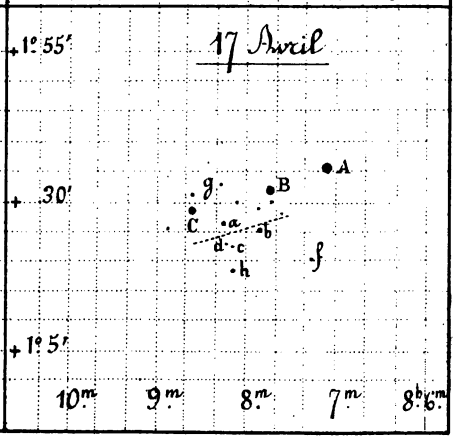

29 Mars
+6°30'
+6° 0'
+5° 40'
7m
6m
5m
4m
7h3m
a
E
F
D
f
b
d
C
c
A

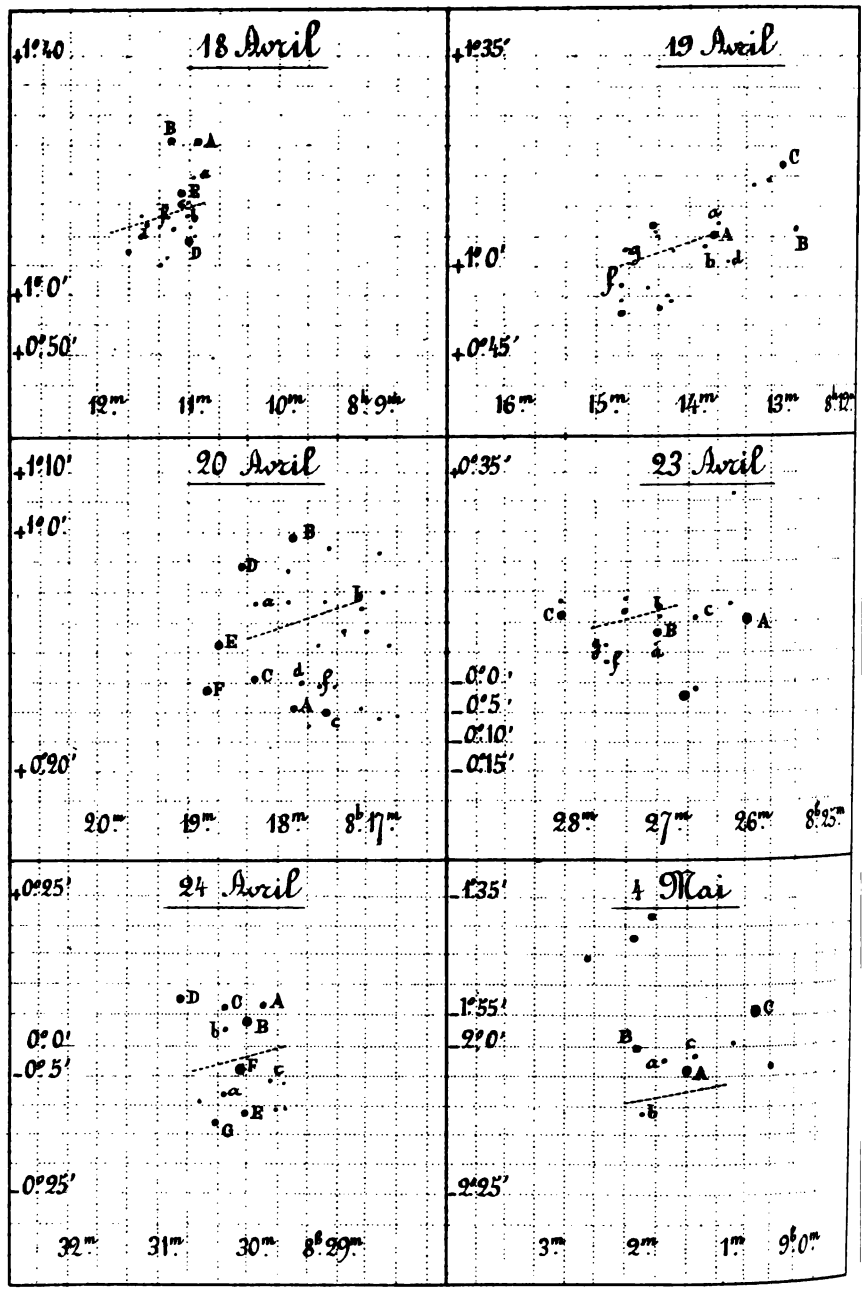

8 Avril
+4° 0'
+3.55'
+3.10'
41m
40m
39m
38m
7h37m
a
b
c
d
D
A
C
B

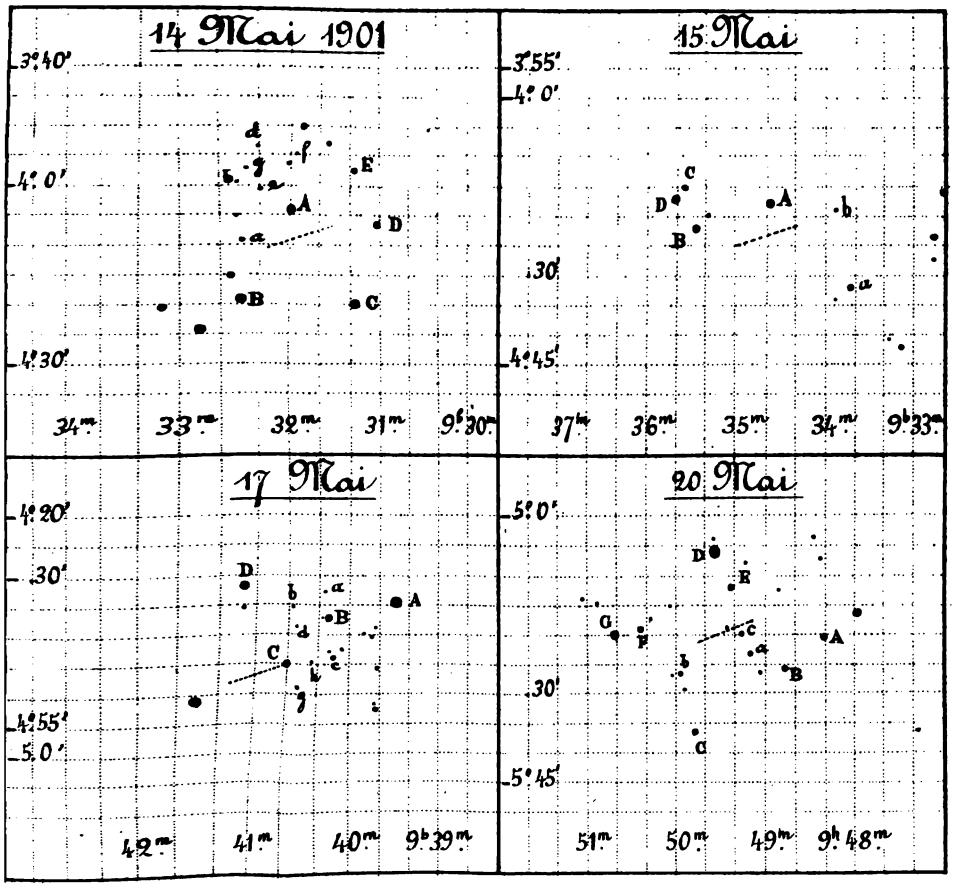

9 Avril
+3°45'
+ 30'
+3° 0'
+2° 55'
45m
44m
43m
42m
7h41m
b
A
g
h
f
d
c
R
Q
a
M
L
N
P


10 Avril
+3°20'
+3° 0'
+2° 30'
50m
49m
48m
47
7h46m
C
A
a
B
H
b
c
F
E


15 Avril
+2°25'
+2° 0'
+1° 35'
3m
2m
1m
8h0m
a
E
b
γ
β
D
A
c
B


17 Avril
+1° 55'
+ 30'
+1° 5'
10m
9m
8m
7m
8h6m
A
g
B
C
a
b
d
c
h
f


18 Avril
+1°40'
+1°0'
+0°50'
12m
11m
10m
8h9m
19 Avril
+1°35'
+1°0'
+0°45'
16m
15m
14m
13m
8h12m
20 Avril
+1°10'
+1°0'
+0°20'
20m
19m
18m
8h17m
23 Avril
+0°35'
-0°0'
-0°5'
-0°10'
-0°15'
28m
27m
26m
8h25m
24 Avril
+0°25'
0°0'
-0°5'
-0°25'
32m
31m
30m
8h29m
4 Mai
-1°35'
-1°55'
-2°0'
-2°25'
3m
2m
1m
9h0m


14 Mai 1901
3°40'
4° 0'
4°30'
34m
33m
32m
31m
9h30m
15 Mai
3°55'
4° 0'
30'
4°45'
37m
36m
35m
34m
9h33m
17 Mai
4°20'
30'
4°55'
5° 0'
42m
41m
40m
9h39m
20 Mai
5° 0'
30'
5°45'
51m
50m
49m
9h48m

ASCENSIONS DROITES POUR 1885,0

DE

521 ÉTOILES DE CULMINATION LUNAIRE

ET DE LONGITUDE

Le Catalogue qui suit résume les observations qui ont été faites à l'Observatoire de Lyon par M. F. Gonnessiat pour collaborer à la revision du Catalogue d'étoiles de culmination lunaire de M. Lœwy *(Annales du Bureau des longitudes*, t. II) ; la discussion de ces observations ne fut pas prête à temps pour que ses résultats puissent être compris parmi ceux de toute origine dont la combinaison aboutit au Catalogue d'étoiles de culmination de 1886 *(Annales du Bureau des longitudes*, t. IV).

Depuis cette époque, M. Gonnessiat a repris la discussion primitive de ses observations en tenant compte des positions obtenues par lui pour les étoiles circompolaires fondamentales ayant servi à l'orientation de l'instrument et en y faisant intervenir les variations de l'équation personnelle avec la grandeur des étoiles et le changement de vitesse de leur mouvement apparent.

Il a en outre recalculé avec soin les valeurs de la précession en ascension droite ainsi que celles de la variation séculaire.

Quant aux mouvements propres, on les a revisés en utilisant les déterminations récentes de M. Auwers et en calculant les valeurs incertaines ou inconnues jusqu'ici.

Enfin, le catalogue formé a été comparé aux catalogues fondamentaux de M. Auwers ainsi qu'au catalogue décennal (1880,0) de l'Observatoire de Greenwich.

Quelques mots maintenant sur les conventions et signes adoptés.

Les *désignations* sont celles de M. Lœwy; on a indiqué en notes les diverses synonymies employées ailleurs.

La *grandeur* G^r est empruntée aux mesures photométriques d'Harvard College Observatory; il n'y a d'exception que pour celles qui sont marquées d'un astérisque, et qui sont prises dans la *Durchmusterung* de Bonn ou l'*Uranometria argentina*.

N représente le *nombre des observations*.

L'*ascension droite conclue* est déduite des étoiles horaires du *Berliner Iahrbuch*.

La *précession annuelle* et sa *variation séculaire*, v. s., sont calculées en fonction de la constante de la précession de Leverrier.

Les *mouvements propres* en ascension droite μ sont tirés des catalogues de M. Auwers, sauf vingt-six d'entre eux affectés d'un astérisque et que l'auteur a déterminés; toutes ces valeurs sont corrélatives des constantes de Leverrier.

Enfin, on donne la *déclinaison approchée* et sa variation annuelle.

En ce qui concerne les *étoiles doubles*, on indique généralement, en note, la différence exacte des composantes en ascension droite, à l'*époque moyenne des observations*. Cet élément est emprunté aux mesures micrométriques contemporaines, principalement à celles de MM. Perrotin et Engelmann.

NOMS	Gr	EPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
Baleine . .	6,3	3,5	11	0h 2m 18s769	3s0705	+ 4	— 1	— 3° 5',1	+0',33
Andromède.	2,1	4,0	16	2. 26,629	3,0790	+183	+ 107	+28. 27,4	0,33
B.A.C. . .	5,9	3,5	10	4. 25,617	3,0686	— 9	+ 24*	— 5. 52,6	0,33
Pégase . .	3,0	3,9	19	7. 18,867	3,0823	+101	+ 5	+14. 32,7	0,33
Poissons [1] .	6,1	3,6	13	9. 3,406	3,0789	+ 67	+ 66	+ 8. 11,0	0,33
B.A.C. . .	6,5	3,5	15	11. 53,317	3,0725	+ 31	+ 59	+ 1. 3,0	0,33
Poissons. .	6,5	3,7	14	16. 28,474	3,0932	+ 97	+ 37	+12. 50,7	0,33
B.A.C. . .	6,4*	3,7	10	18. 37,093	3,0659	+ 15	— 32	— 2. 51,3	0,34
Poissons. .	5,8	3,6	10	19. 30,463	3,0739	+ 37	— 16	+ 1. 18,2	0,34
Baleine . .	6,5	3,7	16	20. 43,530	3,0698	+ 27	+ 50	— 0. 41,2	0,34
Baleine . .	6,2	3,9	30	24. 10,167	3,0600	+ 9	+ 9	— 4. 35,5	0,33
Poissons .	5,7	3,6	16	26. 27,805	3,0883	+ 67	+ 20	+ 6. 19,4	0,33
Baleine . .	5,3	4,1	23	29. 19,717	3,0587	+ 13	+ 277	— 4. 13,5	0,33
Baleine . .	6,0	3,3	10	29. 38,632	3,0679	+ 30	+ 95	— 1. 8,3	0,32
Piazzi . .	5,6	4,2	8	31. 26,219	2,9845	— 96	+1032*	—25. 24,0	0,33
Baleine . .	6,9	3,3	12	32. 11,748	3,0676	+ 31	— 44	— 1. 8,1	0,33
Poissons. .	5,5	3,5	11	33. 52,384	3,1461	+155	+ 19	+20. 48,5	0,33
Baleine . .	2,1	3,9	34	37. 49,031	2,9973	— 54	+ 159	—18. 37,1	0,33
Poissons .	5,7	3,3	10	41. 1,518	3,1190	+102	+ 29	+11. 21,0	0,32
Piazzi . .	5,7	3,9	13	42. 21,046	3,0914	+ 67	+ 520	+ 4. 41,4	0,30
Poissons .	4,6	4,1	20	42. 42,942	3,1015	+ 79	+ 47	+ 6. 57,6	0,33
Baleine . .	5,0	3,4	17	47. 7,851	3,0628	+ 36	— 10	— 1. 46,1	0,33
Poissons .	4,5	4,0	29	56. 58,474	3,1132	+ 88	— 58	+ 7. 16,3	0,32
Poissons .	6,4	3,4	11	58. 55,130	3,1012	+ 77	+ 20	+ 5. 2,3	0,32
Poissons .	6,1	3,8	14	0. 59. 53,259	3,0972	+ 73	+ 4	+ 4. 17,8	0,32
Poissons .	5,7	3,8	15	1. 2. 26,718	3,1030	+ 78	— 183	+ 5. 2,5	0,32
Baleine . .	3,6	3,8	15	2. 48,301	3,0023	+ 1	+ 137	—10. 47,5	0,32
Baleine . .	6,3	3,5	10	4. 38,476	3,0832	+ 63	— 5	+ 1. 50,1	0,32
Poissons .	4,7	3,7	10	5. 19,629	3,2837	+237	+ 57	+29. 28,7	0,33
Poissons .	4,6	3,8	13	7. 30,301	3,2438	+196	+ 12	+23. 58,6	0,32

[1] *suit à 0s,40.*

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	V A
ζ¹ Poissons[1] .	5,2*	3,4	12	1h 7m 43s364	3s1189	+ 91	+ 87	+ 6° 58′,0	+0
f Poissons .	5,1	3,8	14	11. 51,996	3,0929	+ 72	— 37	+ 3. 0,6	0
θ Baleine . .	3,8	4,0	19	18. 16,509	3,0021	+ 19	— 56	— 8. 46,6	0
μ Poissons .	5,2	3,5	8	24. 9,568	3,1179	+ 90	+ 189	+ 5. 33,0	0
η Poissons ,	3,7	4,0	19	25. 19,798	3,1994	+142	+ 10	+14. 45,2	0
101 Poissons .	6,2	3,5	10	29. 37,480	3,1990	+139	— 4	+14. 4,4	0
π Poissons .	5,6	3,9	12	31. 0,141	3,1770	+125	— 52	+11. 33,2	0
105 Poissons .	6,1	3,3	13	33. 28,551	3,2216	+151	+ 44	+15. 49,3	0
ν Poissons .	4,7	4,0	20	35. 26,783	3,1177	+ 91	— 22	+ 4. 54,3	0
o Poissons .	4,4	3,4	15	39. 19,276	3,1559	+111	+ 41	+ 8. 34,7	0
ε Sculpteur .	5,3	3,8	15	40. 15,590	2,7997	— 37	+ 105	—25. 37,7	0
54 Baleine . .	5,8	3,6	18	44. 45,820	3,1803	+123	— 50	+10. 28,4	0
γ Bélier[2] . .	4,4	3,8	7	47. 13,214	3,2757	+173	+ 47	+18. 43,8	0
ξ Poissons .	4,7	2,9	8	47. 36,111	3,0989	+ 84	+ 16	+ 2. 37,1	0
β Bélier . .	2,8	3,9	10	48. 17,263	3,2956	+183	+ 62	+20. 14,7	0
586 B.A.C. . .	6,2	3,6	9	49. 57,134	3,0850	+ 78	+ 90*	+ 1. 16,7	0
58 Baleine . .	6,4	3,7	9	52. 8,675	3,0425	+ 61	+ 31*	— 2. 37,2	0
112 Poissons .	5,8	3,4	13	54. 10,212	3,0998	+ 85	+ 153	+ 2. 32,8	0
60 Baleine . .	5,4	3,4	15	1. 57. 17,808	3,0664	+ 72	+ 46	— 0. 25,6	0
α Bélier . .	2,0	3,6	21	2. 0. 41,483	3,3554	+203	+ 139	+22. 55,1	0
15 Bélier . .	5,9	3,5	15	4. 15,120	3,3082	+177	+ 63	+18. 57,4	0
19 Bélier . .	6,2	3,3	12	6. 46,949	3,2561	+151	+ 61	+14. 44,5	0
ξ¹ Baleine . .	4,5	3,5	11	6. 54,280	3,1739	+116	— 20	+ 8. 18,4	0
67 Baleine . .	5,5	3,4	13	11. 14,831	2,9829	+ 50	+ 48	— 6. 57,2	0
θ Bélier . .	5,6	3,4	11	11. 43,726	3,3267	+180	— 11	+19. 22,1	0
o Baleine[3]. .	Var.	4,1	11	13. 32,185	3,0263	+ 64	— 10	— 3. 30,0	0
ξ Bélier . .	5,4	3,8	11	18. 39,171	3,2065	+127	+ 5	+10. 5,4	0
71 Baleine . .	6,3	3,2	10	19. 9,657	3,0273	+ 66	+ 3	— 3. 18,0	0
ξ² Baleine . .	4,4	3,5	25	22. 2,683	3,1796	+116	+ 23	+ 7. 56,6	0
27 Bélier . .	6,4	3,8	13	24. 31,673	3,3152	+166	+ 26	+17. 11,8	0

[1] 6e suit à 1s,52. — [2] Composante boréale ; la composante australe, 4e,2, suit à 0s015. — [3] Grande varie de 1,7 à 9 ; gr. moyenne à l'époque des observations : 8,0.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
Bélier . .	6,1	3,6	12	2h 26m 36s,228	3s,2780	+151	— 16	+14° 31′,5	+0′,27
Piazzi . .	5,9	3,7	14	29. 46,477	3,1615	+109	+1208*	+ 6. 20,2	0,29
Bélier . .	5,6	3,0	9	30. 21,643	3,2438	+137	+ 189	+11. 57,0	0,26
Baleine . .	4,1	3,7	17	33. 35,278	3,0689	+ 82	+ 16	— 0. 10,1	0,26
Bélier . .	5,8	3,0	8	35. 52,936	3,3693	+180	+ 21	+19. 31,3	0,26
Bélier . .	4,7	3,2	6	36. 42,230	3,3056	+233	— 6	+27. 13,1	0,26
Baleine [1] .	3,6	4,0	9	37. 20,517	3,1120	+ 94	— 102	+ 2. 45,0	0,25
Baleine . .	4,4	3,3	11	38. 43,528	3,2160	+125	+ 176	+ 9. 37,6	0,26
Bélier . .	6,1	3,3	7	42. 5,254	3,3502	+168	+ 30	+17. 48,4	0,26
Bélier . .	5,6	3,1	5	42. 52,499	3,3376	+163	+ 1	+16. 59,1	0,26
Bélier . .	3,8	3,9	12	43. 12,913	3,5122	+228	+ 45	+26. 47,1	0,25
Bélier . .	5,5	3,2	9	45. 8,595	3,3011	+150	+ 10	+14. 36,4	0,26
Bélier . .	5,8	3,5	7	49. 20,794	3,3614	+167	— 10	+17. 51,9	0,25
Bélier . .	5,5	3,3	7	49. 56,629	3,3571	+165	+ 198	+17. 34,0	0,24
Eridan . .	4,0	3,4	6	50. 48,565	2,9219	+ 52	+ 49	— 9. 21,3	0,24
Bélier . .	5,9	3,0	7	51. 30,314	3,4060	+180	+ 159	+20. 12,4	0,24
Bélier [2] . .	4,6	4,0	13	52. 38,187	3,4200	+184	— 13	+20. 52,7	0,25
Bélier . .	4,6	3,0	9	53. 33,089	3,2077	+118	— 2	+ 8. 27,0	0,24
Baleine . .	2,7	3,6	22	2. 56. 16,082	3,1304	+ 98	— 17	+ 3. 38,3	0,24
Bélier . .	6,0	3,6	24	3. 0. 57,196	3,3694	+161	— 20	+17. 26,2	0,23
Bélier . .	4,5	3,4	25	5. 3,196	3,4093	+171	+ 107	+19. 17,5	0,23
Eridan . .	3,8	4,3	16	7. 11,187	2,5211	+ 12	+ 256	—29. 26,5	0,24
Bélier . .	4,9	2,9	12	8. 17,488	3,4395	+177	— 20	+20. 37,1	0,23
Bélier . .	5,2	3,2	14	14. 35,271	3,4510	+175	+ 20	+20. 43,9	0,22
Bélier . .	5,2	3,9	10	16. 8,173	3,4452	+172	— 31	+20. 19,8	0,22
Taureau. .	3,8	3,4	12	18. 37,491	3,2258	+115	— 40	+ 8. 37,5	0,22
Taureau. .	3,8	3,9	20	20. 56,215	3,2401	+117	+ 44	+ 9. 19,9	0,21
Taureau. .	4,3	3,5	17	24. 31,463	3,3028	+129	+ 10	+12. 32,6	0,21
Eridan . .	3,7	3,7	26	27. 30,748	2,8887	+ 55	— 664	— 9. 50,9	0,20
Taureau. .	7,0*	3,8	16	30. 12,316	3,5181	+178	— 10	+22. 49,8	0,21

7e précède de 0s,183. — 2 Centre de deux composantes à peu près égales à 1″,2 de distance ; dα 1,027.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V,S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	V A
13 Taureau. .	5,4	3,4	17	3h 35m 41s013	3s4503	+156	— 1	+19° 19',9	+
δ Eridan . .	3,7	4,0	22	37. 44,372	2,8765	+ 54	— 70	—10. 9,2	
17 Taureau. .	3,8	2,7	6	38. 2,810	3,5502	+179	+ 12	+23. 45,1	
23 Taureau. .	4,2	3,3	5	39. 30,035	3,5487	+176	+ 8	+23. 35,4	
η Taureau [1] .	3,0	3.9	16	40. 38,935	3,5540	+176	+ 9	+23. 44,9	
e Taureau. .	5,1	3,6	9	41. 57,891	3,2811	+115	+ 7	+10. 47,3	
27 Taureau. .	3,8	3,7	14	42. 19,465	3,5554	+175	+ 10	+23. 42,1	
33 Taureau. .	7,0*	3,5	12	50. 14,699	3,5464	+164	+ 58	+22. 50,5	
γ Eridan . .	3,1	3,8	16	52. 39,832	2,7917	+ 47	+ 40	—13. 50,2	
λ Taureau [2] ι.	[3,6]	3,6	19	54. 18,529	3,3172	+115	— 2	+12. 9,8	
36 Taureau. .	5,7	3,1	10	57. 28,999	3,5783	+163	+ 8	+23. 47,3	
A1 Taureau. .	4,5	4,0	13	3. 57. 53,773	3,5310	+152	+ 66	+21. 46,0	
ω1 Taureau. .	5,9	3,5	10	4. 2. 27,993	3,4792	+138	+ 74	+19. 18,2	
48 Taureau. .	5,4	3,0	9	9. 14,541	3,3908	+116	+ 86	+15. 6 6	
o2 Eridan . .	4,5	3,9	14	9. 58,741	2,9082	+ 56	—1466*	— 7. 50,0	
ω2 Taureau. .	4,7	2,8	6	10. 31,330	3,5102	+135	— 26	+20. 17,6	
γ Taureau. .	3,9	3,8	17	13. 14,925	3,3991	+114	+ 86	+15. 20,9	
φ Taureau. .	5,1	3,1	10	13. 16,894	3,6818	+164	— 6	+27. 4,4	
x Taureau [3] .	5,7*	3,3	9	15. 35,040	3,6401	+153	+ 15*	+25. 21,5	
δ Taureau. .	4,0	3,9	13	16. 18,166	3,4451	+119	+ 79	+17. 16,3	
ν1 Taureau. .	4,6	3,6	21	19. 25,580	3,5738	+137	+ 81	+22. 33,1	
ε Taureau. .	3,7	4,0	16	21. 54,095	3,4881	+120	+ 83	+18. 55,5	
θ1 Taureau. .	3,9	3,6	9	22. 0,295	3,4133	+109	+ 61	+15. 42,4	
α Taureau. .	1,0	3,2	19	29. 19,349	3,4314	+105	+ 48	+16. 16,7	
53 Eridan . .	3,9	3,3	24	32. 54,810	2,7496	+ 42	— 66	—14. 31,8	
τ Taureau. .	4,4	3,5	18	35. 20,557	3,5936	+121	+ 3	+22. 44,2	
π1 Orion . .	3,3	3,9	19	43. 35,854	3,2210	+ 71	+ 310	+ 6. 45,6	
i Taureau. .	5,1	3,0	11	44. 38,780	3,4981	+ 98	+ 60	+18. 38,6	
1518 B. A. C. .	6,3	3,1	6	49. 15,284	3,6491	+111	+ 26*	+24. 24,4	
ι Cocher . .	2,7	4,1	16	49. 30,262	3,8980	+143	+ 19	+32. 59,0	

[1] Centre, deux composantes à peu près égales, à 0",4 de distance. — [2] Variable, 3,2 à 4,0, pério de quatre jours. — [3] Compagnon de 8e gr. suit à 0s,6 environ.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
Orion . .	4,3	3,2	7	4h 49m 54s,313	3s,3734	+ 80	— 47	+13° 20',0	+0',10
Taureau. .	4,7	3,0	6	56. 13,299	3,5756	+ 94	+ 53	+21. 25,5	0,09
Orion . .	4,7	2,8	7	4. 57. 59,833	3,4223	+ 78	+ 11	+15. 14,6	0,09
Lièvre . .	3,3	4,2	12	5. 0. 35,601	2,5354	+ 33	+ 15	—22. 31,6	0,09
Taureau. .	5,1	3,3	6	0. 39,171	3,5033	+ 82	+ 388	+18. 29,4	0,09
Taureau. .	5,5	3,0	5	1. 0,018	3,5485	+ 86	+ 21	+20. 15,9	0,09
Taureau. .	5,5	3,0	5	1. 6,156	3,6499	+ 95	+ 4	+24. 6,8	0,09
Orion . .	4,8	3,2	14	3. 7,022	3,4294	+ 73	0	+15. 27,0	0,08
Orion . .	0,3	3,8	26	9. 0,691	2,8802	+ 39	— 1	— 8. 20,2	0,08
Orion . .	1,9	3,9	9	18. 57,806	3,2152	+ 47	— 7	+ 6. 14,6	0,06
Taureau. .	1,9	3,9	14	19. 1,344	3,7857	+ 81	+ 26	+28. 30,5	0,06
Taureau. .	5,4	3,0	5	20. 27,589	3,4957	+ 60	+ 2	+17. 51,8	0,05
Taureau. .	5,4	3,8	18	22. 11,719	3,6876	+ 69	+ 17	+25. 3,3	0,05
Taureau. .	4,6	3,1	10	25. 28,248	3,5137	+ 56	+ 10	+18. 30,5	0,05
Orion . .	2,4	4,1	15	26. 7,891	3,0624	+ 38	— 2	— 0. 23,2	0,05
Lièvre . .	2,7	3,5	10	27. 39,502	2,6437	+ 29	0	—17. 54,4	0,05
Orion . .	1,8	4,1	18	30. 22,686	3,0417	+ 35	— 6	— 1. 16,7	0,05
Taureau. .	3,0	3,1	10	30. 46,327	3,5821	+ 52	+ 6	+21. 4,4	0 04
Taureau. .	4,9	3,3	11	32. 36,549	3,7137	+ 56	+ 13	+25. 49,9	0,04
Orion [1] . .	1,9	3,8	19	34. 57,359	3,0248	+ 32	+ 4	— 2. 0,2	0,03
Taureau. .	5,1	3,5	18	41. 57,498	3,6793	+ 41	+ 4	+24. 31,7	0,03
Taureau. .	4,5	3,8	11	46. 5,936	3,7683	+ 37	+ 15	+27. 35,1	0,02
Orion . .	4,7	2,8	6	47. 34,333	3,5638	+ 32	— 141	+20. 15,3	0,02
Orion . .	0,9	4,3	19	48. 56,754	3,2444	+ 26	+ 20	+ 7. 23,2	0,02
Taureau. .	5,1	2,9	9	50. 51,487	3,7209	+ 29	+ 13	+25. 56,3	0,01
Orion . .	4,8	3,6	16	57. 5,390	3,5614	+ 20	+ 13	+20. 8,3	0,00
Gémeaux .	4,3	3.2	8	5. 57. 7,787	3,6460	+ 20	+ 3	+23. 16,2	0,00
Orion . .	4,4	3,7	29	6. 1. 0,330	3,4239	+ 16	+ 10	+14. 46,9	0,00
Gémeaux .	6,0	3,4	20	4. 29,102	3,6787	+ 10	+ 6	+24. 26,7	—0,01
Gémeaux [2] .	[3,5]	4,2	19	7. 56,107	3,6257	+ 7	— 37	+22. 32,3	0,01

Compagnon de 6e gr. suit à 0s,066. — [2] Varie de 0sr,5 autour de la moyenne.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α α 1885,0	α PR.	α V.S. en 0s,001	α μ en 0s,001	δ δ 1885,0	δ VAR ANN
κ Cocher . .	4,5	2,7	9	6h 8m 3s002	3s8282	+ 2	— 39	+29° 32',3	-0',[illegible]
μ Gémeaux .	3,2	3,8	15	16. 0,189	3,6256	— 4	+ 50	+22. 34,3	0,[illegible]
β Gr. Chien .	2,0	3,5	16	17. 38,153	2,6408	+ 16	— 4	—17. 54,0	0,[illegible]
49 Cocher . .	4,9	3,0	16	27. 57,482	3,7800	— 28	+ 6	+28. 6,6	0,[illegible]
γ Gémeaux .	2,0	3,9	25	31. 4,098	3,4634	— 15	+ 36	+16. 29,7	0,[illegible]
54 Cocher[1]. .	5,7	2,9	10	32. 17,980	3,7858	— 35	— 12	+28. 21,9	0,[illegible]
ε Gémeaux .	3,2	3,2	18	36. 51,409	3,6934	— 36	— 5	+25. 14,7	0,[illegible]
α Gr. Chien[2].	1,4	3,7	29	40. 4,970	2,6801	+ 10	— 361	—16. 33,5	0,[illegible]
2238 B. A. C. .	6,5	2,7	11	45. 1,045	3,6477	— 44	— 13*	+23. 44,2	0,[illegible]
39 Gémeaux .	6,1	2,7	11	51. 42,100	3,7133	— 59	— 121	+26. 14,0	0,[illegible]
ε Gr. Chien .	1,5	4,0	17	54. 6,391	2,3563	+ 13	— 1	—28. 49,0	0,[illegible]
ω Gémeaux .	5,3	2,6	6	55. 24,338	3,6592	— 59	— 3	+24. 22,7	0.[illegible]
305 Piazzi . .	6,0	3,7	11	56. 11,848	3,8058	— 76	+ 134*	+29. 31,8	0,[illegible]
ζ Gémeaux[3] .	[4,0]	3,6	14	57. 17,252	3,5616	— 51	+ 2	+20. 44,3	0,[illegible]
γ Gr. Chien .	4,1	3,4	16	6. 58. 33,342	2,7135	+ 5	— 7	—15. 27,8	0,[illegible]
δ Gr. Chien .	1,9	4,1	15	7. 3. 42,950	2,4385	+ 11	— 5	—26. 12,7	0,[illegible]
τ Gémeaux .	4,6	2,6	8	3. 49,129	3,8263	— 91	— 21	+30. 26,0	0,[illegible]
47 Gémeaux .	5,5	2,7	5	4. 15,088	3,7270	— 79	— 5	+27. 2,8	0,[illegible]
52 Gémeaux .	6,1	2,9	8	7. 39,953	3,6698	— 77	+ 40	+25. 5,0	0,[illegible]
53 Gémeaux .	6,5*	3,4	12	8. 46,190	3,7530	— 89	— 7	+28. 5,8	0,[illegible]
λ Gémeaux .	3,6	2,8	10	11. 29,044	3,4541	— 55	— 26	+16. 44,9	0,[illegible]
δ Gémeaux .	3,7	3,7	16	13. 15,259	3,5890	— 73	— 12	+22. 11,6	0,[illegible]
Λ Gémeaux .	5,0	2,6	8	16. 27,840	3,6675	— 88	— 50	+25. 16,3	0,[illegible]
59 Gémeaux .	5,6	2,6	8	17. 24,067	3,7379	—100	+ 6	+27. 51,6	0,[illegible]
ι Gémeaux .	4,0	2,7	7	18. 35,005	3,7414	—102	— 84	+28. 1,6	0,[illegible]
63 Gémeaux .	5,3	2,7	9	20. 54,760	3,5699	— 80	— 36	+21. 40,9	0,[illegible]
β Petit Chien.	3,1	3,8	15	20. 54,825	3,2592	— 42	— 30	+ 8. 31,2	0,[illegible]
α² Gémeaux[4] .	1,7*	3,8	14	27. 15,702	3,8509	—134	— 138	+32. 8,3	0,[illegible]
υ Gémeaux .	4,2	2,6	9	28. 50,114	3,7060	—111	— 10	+27. 9,1	0,[illegible]
α Pet. Chien[5].	0,5	3,6	23	33. 16,927	3,1899	—041	— 462	+ 5. 31,2	0,[illegible]

[1] Centre d'un couple, 6e et 8e, distance 0",8. — [2] Position rapportée au centre de gravité par correction + 0s,124 à la position observée (Auwers, *A. N.*, 3085). — [3] Variation de 0,8 gr., pério 10j.2. — [4] La plus brillante; la précédente, plus faible de 1 g., est à 0s,360. — [5] Ramenée à la pos tion moyenne avec la réduction de + 0s,018 (Auwers, *A. G.*, Publ. XIV).

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V. S. en 0s,001	μ	δ 1885,0	VAR. ANN.
Gémeaux .	3,6	2,6	7	7h 37m 30s250	3s6306	— 110	— 21	+24° 40',4	—0',14
Gémeaux .	1,1	4,1	13	38. 16,700	3,7259	— 128	— 468	+28. 18,1	0,14
Gémeaux .	5,1	2,7	6	39. 27,939	3,4839	— 87	— 49	+18. 47,4	0,14
Navire . .	3,4	3,7	11	44. 27,475	2,5225	+ 9	0	—24. 34,4	0,14
Navire . .	5,5	3,6	10	46. 26,734	2,7823	— 6	— 53	—13. 35,6	0,15
Gémeaux .	4,9	2,5	7	46. 27,484	3,6818	— 131	— 10	+27. 3,8	0,15
Ecrevisse .	5,9	2,7	13	50. 27,658	3,4131	— 85	— 18	+16. 6,0	0,16
Ecrevisse .	5,9	2,7	11	54. 56,981	3,4245	— 91	— 5	+16. 46,4	0,15
Ecrevisse [1] .	5,0	3,6	17	56. 27,235	3,6952	— 148	— 12	+28. 7,0	0,17
B. A. C. .	7,0*	2,7	10	7. 58. 6,433	3,4755	— 103	— 30*	+19. 10,0	0,16
Ecrevisse .	5,3	2,8	11	8. 0. 59,769	3,5358	— 119	+ 25	+21. 55,1	0,17
Navire [2] . .	2,9	3,5	18	2. 38,803	2,5600	+ 9	— 64	—23. 58,4	0,17
Ecrevisse .	5,8	2,8	12	3. 31,548	3,6272	— 142	— 59	+25. 51,4	0,17
Ecrevisse .	3,8	3,2	27	10. 16,702	3,2606	— 71	— 32	+ 9. 32,4	0,18
Ecrevisse .	5,7	2,6	16	13. 41,844	3,5770	— 142	— 11	+24. 23,1	0,19
Ecrevisse .	5,9	2,6	18	16. 46,705	3,4456	— 114	— 41	+18. 42,2	0,19
Ecrevisse .	6,2	2,7	20	19. 19,273	3,4156	— 109	— 132	+17. 25,5	0,20
Ecrevisse .	5,8	2,7	14	24. 42,468	3,5622	— 151	— 59	+24. 28,1	0,20
Ecrevisse .	5,5	3,3	13	26. 3,445	3,4800	— 131	— 26	+20. 49,9	0,21
Ecrevisse .	6,4	2,6	13	26. 12,160	3,5601	— 152	— 61	+24. 28,5	0,20
Hydre . .	4,1	3,1	21	31. 34,061	3,1841	— 66	— 53	+ 6. 6,2	0,20
Ecrevisse .	4,8	2,7	15	36. 37,816	3,4876	— 143	— 74	+21. 53,0	0,21
Hydre. . .	3,6	3,1	34	40. 41,127	3,1938	— 72	— 123	+ 6. 50,4	0,22
Ecrevisse .	5,2	2,7	13	50. 50,038	3,3485	— 115	+ 41	+15. 45,8	0,23
Ecrevisse .	5,6	2,6	12	51. 9,801	3,3529	— 116	+ 43	+16. 1,3	0,23
Ecrevisse .	4,3	3,1	10	52. 11,817	3,2843	— 98	+ 22	+12. 18,1	0,23
Ecrevisse .	5,6	2,7	24	8. 56. 0,817	3,5177	— 172	+ 6	+24. 54,2	0,24
Ecrevisse .	5,0	3,1	17	9. 1. 31,072	3,2560	— 94	— 16	+11. 7,8	0,24
Ecrevisse .	5,2	2,6	15	2. 44,768	3,4583	— 159	+ 2	+22. 30,6	0,24
Ecrevisse .	6,1	2,7	10	3. 44.415	3,4556	— 159	+ 9	+22. 27,7	0,24

[1] χ Gémeaux. — [2] ρ Navire.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V. S. en 0s,001	μ	δ 1885,0	VA AN
π² Ecrevisse .	5,6	2,7	23	9h 8m 52s863	3s3217	—117	— 17	+15° 25′,1	—0′,
83 Ecrevisse .	6,6	3,0	30	12. 33,720	3,3644	—134	— 78	+18. 11,6	0,
λ Lion . . .	4,4	2,7	10	25. 9,477	3,4343	—171	— 10	+23. 28,5	0,
ξ Lion . . .	5,2	2,7	13	25. 44,814	3,2455	—100	— 64	+11. 48,6	0,
8 Lion . . .	5,9	2,7	23	30. 41,832	3,3184	—129	— 13	+16. 57,4	0,
o Lion . . .	3,8	3,1	31	35. 0,733	3,2165	— 92	— 92	+10. 24,9	0,
ψ Lion . . .	5,7	2,7	15	37. 28,092	3,2733	—115	+ 3	+14. 32,8	0,
ε Lion . . .	3,1	3,3	20	39. 19,342	3,4189	—179	— 31	+24. 18,2	0,
μ Lion . . .	4,1	3,1	22	46. 13,314	3,4393	—197	— 172	+26. 32,9	0,
3398 B. A. C. .	6,0	2,8	13	50. 20,155	3,1906	— 86	— 65	+ 9. 28,7	0,
ν Lion . . .	5,3	2,9	10	52. 2,154	3,2347	—105	— 22	+12. 59,6	0,
π Lion . . .	5,0	3,2	25	54. 8,143	3,1767	— 81	— 28	+ 8. 35,7	0,
υ² Hydre . .	4,7	3,5	16	9. 59. 31,474	2,9225	+ 15	— 23	—12. 30,4	0,
η Lion . . .	3,6	2,8	7	10. 1. 3,706	3,2781	—130	— 9*	+17. 19,5	0,
A Lion . .	4,6	2,7	11	1. 48,063	3,1942	— 90	— 70	+10. 33,7	0,
α Lion . . .	1,4	3,6	19	2. 14,827	3,2173	—161	— 170	+12. 31,7	0,
37 Lion . . .	5,9	2,7	19	10. 30,306	3,2279	—109	— 21	+14. 18,1	0,3
γ Lion [1] . .	2,0*	3,5	22	13. 37,904	3,2941	—148	+ 220	+20. 25,4	0,3
42 Lion . . .	6,2	2,8	11	15. 39,198	3,2349	—116	— 39	+15. 33,4	0,3
43 Lion . . .	6,3	2,8	11	16. 59,328	3,1439	— 68	— 16	+ 7. 7,6	0,3
α Machine P.	4,5	3,1	15	21. 53,417	2,7447	+ 97	— 76	—30. 29,0	0,3
3579 B. A. C. .	7,1	2,7	11	22. 39,605	3,2181	—110	— 36	+14. 55,8	0,3
i Lion . . .	5,7	2,6	10	26. 3,388	3,2113	—108	— 28	+14. 43,5	0,3
ρ Lion . . .	4,0	3,5	13	26. 45,327	3,1636	— 80	0	+ 9. 53,9	0,3
50 Lion . . .	6,5	2,7	18	32. 44,394	3,2205	—118	+ 31	+16. 43,6	0,3
34 Sextant . .	6,6	2,8	24	36. 41,131	3,1060	— 45	— 78	+ 4. 11,0	0,3
37 Sextant . .	6,2	3,2	18	40. 6,372	3,1272	— 59	— 17	+ 6. 58,7	0,3
k Lion . . .	5,7	2,7	13	40. 19,780	3,1916	—103	— 97	+14. 48,0	0,3
l Lion . . .	5,3	2,8	12	43. 12,671	3,1579	— 81	— 3	+11. 9,2	0,3
ν Hydre . .	3,3	3,1	19	10. 43. 57,056	2,9497	+ 52	+ 60	—15. 35,6	0,3

[1] La précédente; la suivante, plus faible de 1,5 gr., à 0s,227.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
χ Lion . . .	4,7	2,9	24	10h 59m 5s052	3s1204	— 56	— 243	+ 7° 57',4	— 0',32
β Coupe . .	4,4	3,1	14	11. 6. 0,170	2,9439	+ 99	— 7	—22. 11,8	0,32
p5 Lion . . .	5,5	2,9	14	7. 52,352	3,0742	— 13	— 16	+ 0. 33,3	0,32
δ Lion . . .	2,8	3 2	11	7. 59,494	3,1876	— 131	+ 114	+21. 9,2	0,33
δ Coupe . .	3,9	3,2	19	13. 35,480	3,0035	+ 64	— 94	—14. 9,4	0,33
σ Lion . . .	4,1	2,8	13	15. 12,378	3,1016	— 41	— 59	+ 6. 39,6	0,33
83 Lion[1]. . .	6,1	3,2	28	20. 56,065	3,0857	— 22	— 502	+ 3. 38,4	0,33
928 B. A. C.[2] .	3,8	3,2	10	27. 20,815	2,9562	+167	— 155	--31. 13,3	0,34
89 Lion . . .	5,7	2,9	10	28. 28,761	3,0831	— 18	— 116	+ 3. 41,9	0,33
υ Lion . . .	4,5	3,5	12	31. 3,619	3,0707	+ 4	— 6	— 0 11,4	0,33
ω Vierge . .	5,5	3,0	9	32. 31,767	3,0959	— 43	— 8	+ 8. 46,2	0,33
ξ Vierge . .	4,9	2,9	8	39. 21,348	3,0901	— 40	+ 47	+ 8. 53,8	0,33
ν Vierge . .	4,2	2,9	9	39. 56,877	3,0860	— 30	— 14	+ 7. 10,0	0,34
β Lion . . .	2,2	3,3	14	43. 11,613	3,0979	— 73	— 344	+15. 12,9	0,34
ζ Vierge . .	3,7	3,4	14	44. 42,303	3,0750	— 2	+ 493	+ 2. 24,7	0,34
b Vierge . .	5,2	3,1	9	54. 3,499	3,0739	— 7	— 10	+ 4. 17,7	0,34
π Vierge . .	4,4	3,7	18	54. 58,765	3,0750	— 22	— 16	+ 7. 15,3	0,33
o Vierge . .	4,3	3,3	26	11. 59. 21,039	3,0719	— 31	— 147	+ 9. 22,3	0,34
10 Vierge . .	6,1	2,9	8	12. 3. 47,728	3,0703	+ 8	+ 20	+ 2. 32,5	0,34
11 Vierge . .	5,7	2,8	8	4. 11,716	3,0685	— 12	— 113	+ 6. 26,8	0,33
ε Corbeau. .	3,1	3,8	10	4. 12,701	3,0811	+142	— 47	—21. 58,9	0,33
η Vierge . .	4,1	3,6	12	14. 1,344	3,0713	+ 27	— 44	— 0. 1,7	0,33
c Vierge . .	5,2	2,8	10	14. 30,560	3,0654	+ 7	— 201	+ 3. 57,2	0,34
201 B. A. C. .	6,7*	2,9	14	22. 1,333	3,0894	+ 74	— 160*	— 8. 2,4	0,34
δ Corbeau. .	3,1	3,3	14	23. 54,862	3,1109	+129	— 142	—15. 52,6	0,33
q Vierge . .	5,7	2,9	11	27. 50,642	3,0964	+ 81	— 70	— 8. 49,1	0,33
β Corbeau .	2,8	3,2	7	28. 20,838	3,1405	+164	— 9	—22. 45,7	0,33
23 Chevelure .	4,9	3,6	11	29. 7,243	2,9984	— 86	— 16*	+23. 15,7	0,33
f Vierge . .	5,9	3,2	15	30. 51,982	3,0876	+ 63	— 23	— 5. 11,9	0,33
χ Vierge . .	4,7	2,9	11	33. 18,668	3,0963	+ 76	— 57	— 7. 21,8	0,33

[1] 7°,5 suit, à 1s,0, 25″ au Sud. — [2] ξ Hydre.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
γ Vierge[1] . .	3,0*	3,4	18	12h 35m 49s951	3s0742	+ 43	— 373	— 0° 49',2	—0',1
35 Vierge . .	6,8	2,9	11	42. 0,087	3,0534	+ 21	— 18	+ 4. 12,0	0,3
37 Vierge . .	6,1	2,8	13	45. 45,616	3,0542	+ 27	— 24	+ 3. 40,9	0,3
38 Vierge . .	6,3	3,0	9	47. 17,870	3,0853	+ 60	— 162	— 2. 55,7	0,3
ψ Vierge . .	5,0	3,1	8	48. 22,339	3,1152	+ 92	— 23	— 8. 54,8	0,3
δ Vierge . .	3,7	3,5	19	49. 48,647	3,0510	+ 26	— 324	+ 4. 1,3	0,3
46 Vierge . .	6,1	3,0	7	54. 40,595	3,0864	+ 63	— 29	— 2. 45,0	0,3
ε Vierge . .	3,0	2,9	7	56. 27,138	3,0045	— 7	— 180	+11. 34,6	0,3
48 Vierge . .	6,6	2,9	11	12. 57. 58,896	3,0891	+ 66	— 48	— 3. 2,7	0,3
θ Vierge . .	4,4	3,4	29	13. 3. 59,757	3,1030	+ 78	— 31	— 4. 55,5	0,3
β Chevelure .	4,4	3,3	23	6. 30,365	2,8640	— 79	— 594	+28. 27,7	0,3
58 Vierge . .	7,4	2,8	10	11. 25,664	3,1431	+109	— 63	— 9. 56,5	0,3
61 Vierge . .	4,8	3,6	15	12. 23,387	3,2035	+155	— 750	—17. 40,3	0,3
α Vierge . .	1,2	3,7	25	19. 8,127	3,1556	+115	— 32	—10. 33,7	0,3
l^2 Vierge . .	4,9	2,8	8	25. 59,179	3,1199	+ 91	— 69	— 5. 39,8	0,3
75 Vierge . .	5,7	3,0	5	26. 42,988	3,2015	+143	— 40	—14. 46,4	0,3
h Vierge . .	5,5	2,9	5	26. 54,658	3,1547	+113	— 32	— 9. 34,3	0,3
ζ Vierge . .	3,5	3,7	24	28. 50,015	3,0713	+ 64	— 193	— 0. 0,5	0,3
80 Vierge . .	5,9	2,8	12	29. 32,342	3,1141	+ 88	+ 6	— 4. 48,7	0,3
m Vierge . .	5,3	3,3	23	35. 34,575	3,1486	+108	— 73	— 8. 7,4	0,3
86 Vierge . .	6,0	2,9	13	39. 48,642	3,1896	+129	— 16	—11. 51,0	0,3
89 Vierge . .	5,2	2,9	12	43. 37,414	3,2561	+164	— 75	—17. 33,7	0,3
η Bouvier . .	2,9	3,4	22	49. 12,517	2,8606	— 6	— 38	+18. 58,5	0,3
τ Vierge . .	4,4	3,3	25	55. 47,616	3,0475	+ 65	+ 7	+ 2. 6,1	0,2
4679 B. A. C. .	6,4	2,9	7	13. 58. 13,440	3,2408	+148	— 36*	—14. 25,1	0,2
94 Vierge . .	6,6	2,9	10	14. 0. 12,379	3,1694	+115	— 20	— 8. 20,5	0,2
95 Vierge . .	5,7	2,9	8	0. 37,899	3,1748	+117	— 110	— 8. 45,8	0,2
4700 B. A. C. .	5,3	2,8	11	4. 33,634	3,2663	+157	+ 17	—15. 45,5	0,2
x Vierge . .	4,3	3,5	15	6. 45,686	3,1918	+124	+ 8	— 9. 44,3	0,2
22 Piazzi . .	5,5	2,7	8	9. 3,844	3,2985	+169	— 33*	—17. 39,8	0,2

[1] Deux composantes égales de 3e gr.; position rapportée à la première, $d\alpha = 0^s,146$.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
α Bouvier . .	0,0	3,8	21	14h 10m 25s001	2s8122	+ 4	— 788	+19° 46′,9	—0′,31
λ Vierge . .	4,3	3,6	25	12. 53,253	3,2382	+141	— 13	—12. 50,5	0,27
2 Balance . .	6,3	2,9	15	17. 14,340	3,2203	+132	— 19	—11. 11,3	0,28
36 Vierge . .	5,9	2,8	15	22. 37,786	3,1584	+109	— 18	— 6. 23,0	0,27
ρ Bouvier . .	3,6	3,0	17	26. 52,417	2,5935	— 15	— 74	+30. 52,6	0,26
ζ Bouvier[1] .	3,8	3,3	12	35. 39,393	2,8584	+ 33	+ 30	+14. 13,4	0,26
μ Vierge . .	3,9	2,9	10	37. 0,023	3,1476	+104	+ 68	— 5. 9,4	0,26
5 Balance . .	6,9	2,9	10	39. 37,307	3,3006	+152	— 16	—14. 58,5	0,25
ι2 Bouvier[2] .	2,6	3,1	11	39. 57,845	2,6230	0	— 32	+27. 33,6	0,25
ι1 Balance . .	5,3	3,1	12	44. 19,564	3,3152	+155	— 86	—15. 31,1	0,25
ι2 Balance . .	3,0	3,1	13	44. 31,016	3,3162	+155	— 81	—15. 33,7	0,25
ξ2 Balance . .	5,8	3,4	14	50. 31,688	3,2462	+130	— 7	—10. 56,6	0,25
2 Piazzi[3] . .	6,3*	3,1	12	50. 45,049	3,4172	+185	+ 712*	—20. 53,7	0,27
ο Balance[4] .	3,3	3,6	22	57. 20,425	3,5035	+209	— 57	—24. 49,8	0,24
ψ Bouvier . .	4,5	3,7	12	14. 59. 31,058	2,5825	+ 11	— 134	+27. 23,8	0,24
ν1 Balance . .	5,4	3,6	12	15. 0. 12,726	3,3391	+153	— 40	—15. 48,7	0,23
ν2 Balance . .	6,7	2,8	8	0. 23,890	3,3434	+154	— 66	—16. 2,4	0,23
184 B. A. C. .	6,8*	2,9	13	3. 8,836	3,4887	+197	— 25*	—23. 32,8	0,23
ι1 Balance . .	4,9	2,9	11	5. 39,998	3,4114	+171	— 25	—19. 21,4	0,23
19 Piazzi . .	5,8	2,9	9	9. 43,046	3,4685	+185	— 34	—21. 58,5	0,23
β Balance . .	2,7	4,0	26	10. 49,138	3,2272	+ 118	— 67	— 8. 57,5	0,22
ζ1 Balance . .	6,2	3,6	24	21. 46,280	3,3729	+ 148	+ 2	—16. 18,9	0,21
ζ3 Balance . .	5,8	3,0	18	24. 11,151	3,3735	+ 146	+ 6	—16. 12,9	0,21
17 Balance . .	4,9	3,0	13	27. 53,567	3,2507	+ 116	+ 190	— 9. 40,2	0,21
α Couronne .	2,4	3,8	22	29. 49,114	2,5289	+ 24	+ 95	+27. 6,1	0,20
ι2 Balance . .	5,2	2,9	12	33. 29,003	3,5364	+ 180	— 18	—23. 26,6	0,20
κ Balance . .	5,0	3,7	22	35. 19,272	3,4492	+ 156	— 34	—19. 18,5	0,20
ι Serpent . .	2,7	3,6	26	38. 36,219	2,9415	+ 62	+ 90	+ 6. 47,3	0,19
b Scorpion .	4,8	2,9	9	44. 3,766	3,5975	+ 183	— 45	—25. 24,0	0 19
ε Serpent . .	3,7	3,0	8	45. 5,023	2,9774	+ 66	+ 80	+ 4. 49,5	0,18

[1] Centre, deux composantes égales à moins de 1″. — [2] Compagnon de 6e gr. précède de 0s,119. — 7e,2 précède de 1s,025. — [4] γ Scorpion.

NOMS	Gr	ÉPOQ 1880 +	N	α σ 1885,0	α PR.	α V.S. en 0s,001	α μ en 0s,001	δ δ 1885,0	δ VA AN
λ Balance . .	5,0	3,8	12	15h 46m 39s535	3s4738	+151	— 13	—19° 49′,3	—0′,1
θ Balance . .	4,3	2,9	8	47. 16,677	3,4004	+135	+ 79	—16. 23,5	0,1
48 Balance . .	4,8	3,2	7	51. 44,961	3,3526	+123	— 16	—13. 56,8	0,1
π Scorpion .	3,1	2,8	6	51. 53,745	3,6187	+179	— 21	—25. 47,0	0,1
δ Scorpion .	2,5	3,8	15	53. 32,040	3,5379	+159	— 5	—22. 17,6	0,1
49 Balance . .	5,6	3,3	10	53. 52,401	3,4021	+130	— 462	—16. 11,6	0,1
51 Balance [1] .	4,1	3,1	10	58. 2,672	3,2963	+109	— 53	—11. 3,3	0,1
β1 Scorpion [2] .	2,9	3,9	22	15. 58. 45,054	3,4797	+141	— 13	—19. 29,4	0,1
ν2 Scorpion [3] .	4,2	3,9	24	16. 5. 18,730	3,4788	+135	— 15	—19. 9,6	0,1
δ Ophiucus .	2,8	3,6	27	8. 19,175	3,1414	+ 81	— 37	— 3. 23,8	0,1
19 Scorpion .	4,7	3,0	12	13. 43,035	3,6008	+148	— 28	—23. 53,4	0,1
σ Scorpion .	3,0	3,7	15	14. 11,954	3,6374	+154	— 9	—25. 18,9	0,1
ψ Ophiucus .	4,6	3,3	9	17. 22,462	3,5042	+127	— 15	—19. 45,8	0,1
ρ Ophiucus [4] .	5,5*	4,5	8	18. 41,412	3,5886	+140	— 19	—23. 10,9	0,1
α Scorpion .	1,1	3,5	25	22. 21,442	3,6696	+150	— 9	—26. 10,6	0,1
φ Ophiucus .	4,4	2,9	7	24 33,413	3,4301	+109	— 38	—16. 21,7	0,1
λ Ophiucus [5] .	4,0	3,5	7	25. 6,803	3.0235	+ 62	— 15	+ 2. 14,2	0,1
β Hercule . .	2,8	3,7	9	25. 16,606	2,5832	+ 36	— 79	+21, 44,4	0,1
ω Ophiucus .	4,7	2,9	7	25. 19,208	3,5466	+126	+ 14	—21. 13,2	0,1
τ Scorpion .	2,9	3,3	18	28. 43,464	3,7257	+150	— 9	—27. 58,6	0,1
5579 B. A. C [6] .	5,2	3,1	11	34. 55,338	3,4644	+104	— 14	—17. 31,1	0,1
5580 B. A. C. .	5,7	3,0	11	35. 8,070	3,5175	+111	+ 9*	—19. 42,3	0,1
25 Scorpion .	7,0*	2,9	17	39. 48,913	3,6654	+125	— 17*	—25. 19,4	0,1
18 Ophiucus .	7,3	3,0	11	42. 44,428	3,6444	+119	— 25	—24. 26,2	0,1
20 Ophiucus .	4,7	2,9	12	43. 28,327	3,3071	+ 79	+ 58*	—10. 34,7	0,1
49 Hercule. .	6,4	3,0	13	46. 50,701	2,7273	+ 39	+ 14	+15. 10,0	0,1
22 Ophiucus .	7,0	3,1	15	47. 53,856	3,6193	+109	— 6	—23. 19,4	0,1
x Ophiucus .	3,4	3,4	31	52. 13,497	2,8561	+ 43	— 201	+ 9. 33,2	0,1
29 Ophiucus .	6,8*	3,0	19	16. 55. 6,596	3,5061	+ 88	— 38	—18. 42,9	0,1
η Ophiucus .	2,6	3,7	47	17. 3. 46,996	3,4328	+ 73	+ 16	—15. 34,8	0,0

[1] ξ Scorpion ; centre des deux premières, chacune de 5e gr. ; compagnon de 7e gr. suit. — [2] Com pagnon plus faible de 2 gr. suit à 0s,410. — [3] Quadruple, centre des 2 suivantes (0″,8). — [4] La plus australe ; la boréale, à 4″ de distance, précède de 0s,015. — [5] Centre de deux composantes, 4e et 6e à 1″,5. — [6] 24 Scorpion.

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VAR. ANN.
Ophiucus[1] .	5,8*	3,3	14	17h 8m 16s534	3s7189	+ 92	— 373	—26° 26',0	— 0',09
Scorpion .	6,7	3,0	13	9. 9,159	3,7180	+ 90	— 377	— 26. 22,8	0,09
Hercule[2] .	[3,2]	3,5	15	9. 24,209	2,7334	+ 35	— 8	+14. 31,4	0,07
Hercule . .	3,3	3,7	17	10. 18,485	2,4632	+ 31	— 18	+24. 58,6	0,08
Ophiucus .	4,5	3,0	15	14. 6,725	3,5738	+ 73	+ 178	—20. 59,3	0,07
Ophiucus .	3,4	3,7	21	14. 56,845	3,6793	+ 79	— 11	—24. 53,0	0,06
Ophiucus .	5,6	2,9	16	16. 7,361	3,7699	+ 84	— 5	—28. 1,7	0,07
Ophiucus .	4,5	3,1	14	19. 20,847	3,6589	+ 71	— 15	—24. 4,0	0,07
Ophiucus .	4,4	3,7	17	20. 0,702	3,8240	+ 82	— 6*	—29. 45,7	0,06
Ophiucus .	4,4	3,1	11	20. 48,528	2,9736	+ 38	— 6	+ 4. 14,5	0,06
Ophiucus .	4,9	3,0	23	24. 23,975	3,6557	+ 65	— 10	—23. 52,3	0,05
Ophiucus .	2,2	3,5	26	29. 35,771	2,7741	+ 30	+ 77	+12. 38,6	0,04
Serpent . .	3,7	3,1	19	31. 0,097	3,4346	+ 46	— 37	—15. 19,6	0,04
Serpent . .	4,4	3,1	21	34. 57,091	3,3733	+ 40	— 51	—12. 48,8	0,04
Ophiucus .	5,0	3,0	18	36. 32,351	3,5984	+ 46	— 58	—21. 37,5	0,04
Ophiucus .	2,9	3,4	31	37. 47,495	2,9638	+ 30	— 30	+ 4. 37,0	0,03
Sagittaire[3] .	[5,0]	3,0	16	40. 19,301	3,7730	+ 46	— 20	—27. 47,2	0,03
Hercule . .	3,5	3,5	32	41. 57,427	2,3690	+ 25	— 260*	+27. 47,3	0,04
Ophiucus .	3,5	3,6	23	52. 41,724	3,3010	+ 24	— 7	— 9. 45,5	0,01
Sagittaire .	4,6	3,1	17	52. 46,281	3,6606	+ 26	0	—23. 48,3	0,01
Ophiucus .	4,0	3,2	15	54. 53,108	3,0027	+ 22	+ 9	+ 2. 56,2	—0,01
Sagittaire .	5,7	3.1	15	56. 49,368	3,6764	+ 21	— 18	—24. 21,7	0,00
Hercule . .	5,1	3,3	17	57. 28,078	2,5626	+ 22	— 6	+20. 50,1	+0,01
Ophiucus[4] .	4,1*	3,5	40	17. 59. 38,590	3,0122	+ 19	+ 143	+ 2. 31,6	0,02
Sagittaire .	4,1	3,7	42	18. 6. 53,158	3,5865	+ 8	— 1	—21. 5,3	0,01
Sagittaire .	2,8	3,7	28	13. 37,915	3,8377	— 7	+ 27	—29. 52,5	0,02
Serpent . .	3,4	3,6	27	15. 21,591	3,1395	+ 9	— 388	— 2. 55,6	0,01
Sagittaire .	4,9	3,0	22	18. 30,086	3,5721	— 6	— 6	—20. 36,2	0.03
Sigittaire .	3,1	2,9	21	20. 52,432	3,7057	— 14	— 39	—25. 29,1	0,02
Aigle. . .	4,0	3,3	27	28. 56,952	3,2653	— 4	— 17	— 8. 19,4	0.04

La première ; la suivante, de 4e gr. est à 0s,106. — [2] Variation de 0,8 gr.; compagnon de 6e gr. à 0s,295. — [3] Variable, 4 à 6e gr., période de 7 jours. — [4] Compagnon de 6e gr. suit à 0s,107.

NOMS	Gr	ÉPOQ 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VA AN
2 Aigle. . .	4,8	3,5	32	18h 35m 58s629	3s2842	— 11	+ 8	— 9° 9′,8	+0
φ Sagittaire .	3,3	3,6	21	38. 28,293	3,7459	— 42	+ 27	—27. 6,6	0
28 Sagittaire .	5,6	3,2	19	39. 24,505	3,6171	— 34	+ 12	—22. 30,7	0
29 Sagittaire .	5,5	3,1	22	42. 50,660	3,5611	— 34	— 4	—20. 27,4	0
ν1 Sagittaire .	5,0	3,1	11	47 13,590	3,6235	— 45	— 15	—22. 53,1	0
σ Sagittaire .	2,3	3,9	23	48. 8,083	3.7213	— 55	+ 1	—26. 26,3	0
θ Serpent[1] .	4,0*	3,2	16	50. 30,144	2,9788	— 4	+ 21	+ 4. 3,2	0
ξ2 Sagittaire .	3 5	3,2	19	50. 52,176	3,5785	— 45	+ 8	—21. 15,4	0
ε Aigle. . .	4,1	3,1	17	54. 24,180	2,7253	+ 5	— 38	+14. 54,7	0
ζ Sagittaire[2] .	2,9	3,7	36	55. 17,685	3,8219	— 76	— 27	—30. 2,6	0
τ Sagittaire .	3,5	3,0	14	18. 59. 45,594	3,7533	— 75	— 59	—27. 50,3	0
ζ Aigle. . .	3,1	4,0	14	19. 0. 7,439	2,7567	+ 3	— 15	+13. 41,6	0
λ Aigle. . .	3,6	3,6	15	0. 8,743	3,1855	— 21	— 26	— 5. 3,3	0
π Sagittaire .	3,1	3,5	32	2. 55,466	3,5704	— 59	— 9	—21. 12,3	0
ψ Sagittaire .	5,2	3,1	15	8. 29,326	3,6793	— 79	+ 17	—25. 27,2	0
d Sagittaire .	4,9	3,1	13	10. 54,376	3,5135	— 61	— 11	—19. 9,4	0
ω Aigle. . .	5,1	3,7	26	12. 25,079	2,8154	— 3	— 3	+11. 23,3	0
ρ1 Sagittaire .	3,9	3,2	17	15. 0,178	3,4841	— 62	— 20	—18. 3,8	0
υ Sagittaire .	4,7	3,3	14	15. 8,444	3,4382	— 57	0	—16. 10,3	0
χ Sagittaire .	5,1	2,9	12	18. 16,594	3,6514	— 88	+ 36	—24. 44,0	0
b Aigle. . .	5,3	3,7	14	19. 29,160	2,8110	— 4	+ 498	+11. 42,0	0
δ Aigle. . .	3,5	3,7	15	19. 42,001	3,0079	— 18	+ 165	+ 2. 53,2	0
β1 Cygne[3] . .	3,0	3,4	27	26. 4,986	2,4179	+ 10	— 7	+27. 43,2	0
*h*2 Sagittaire .	4,6	3,4	15	29. 42,500	3,6510	—103	+ 29	—25. 8,1	0
x Aigle. . .	4,9	3,5	22	30. 42,276	3,2289	— 44	+ 2	— 7. 16,9	0
σ Aigle. . .	5,0	2,9	17	33. 31,061	2,9610	— 18	— 7	+ 5. 8,2	0
β Flèche . .	4,4	2,9	8	35. 53,017	2,6930	+ 1	+ 3	+17. 12,7	0
*e*2 Sagittaire .	5,0	2,9	8	35. 56,428	3,4305	— 75	+ 40	—16. 23,5	0
f Sagittaire .	5,1	3,2	9	39. 39,198	3,5133	— 92	— 101	—20. 2,1	0
γ Aigle. . .	2,8	4,1	15	40. 47,535	2,8507	— 10	+ 6	+10. 20,1	0

[1] 4e,3 suit à 1s,420, distance invariable. — [2] Double très serrée (0″,2). — [3] 6e suit à 2s,2.

NOMS	Gr	ÉPOQ 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S en 0s,001	μ	δ 1885,0	VAR. ANN.
Flèche . .	3,7	3,2	7	19h 42m 15s583	2,6736	+ 2	+ 3	+18° 15',1	+0',15
Aigle. . .	1,0	4,2	23	45. 10,337	2,8908	— 15	+ 362	+ 8. 34,0	0,15
Sagittaire .	5.3	2,9	8	45. 30,992	3.4915	— 94	+ 2	—19. 20,2	0,15
Aigle[1] . .	[4,0]	3,0	7	46. 36,859	3,0564	— 32	— 5	+ 0. 42,7	0,14
Sagittaire .	5,0	2,9	10	48. 47,680	3,6667	— 131	+ 140	—26. 36,2	0,15
Aigle. . .	4,0	4,0	32	49. 39,849	2,9440	— 20	+ 18	+ 6. 7,3	0,14
Sagittaire .	5,0	3,0	19	51. 56,785	3,6599	— 134	+ 13	—26. 30,4	0,15
Sagittaire .	4,7	3,3	28	19. 53. 35,183	3,6943	— 147	+ 17	—28. 1,8	0,17
Aigle. . .	3,4	3,7	29	20. 5. 22,263	3,0945	— 42	+ 11	— 1. 9,7	0,17
Capricorne .	6,0	3,1	8	11. 15,962	3,5289	—128	+ 11	—22. 9,9	0,18
Capricorne .	4,5	3,9	13	11. 16,394	3,3278	— 85	+ 4	—12. 51,8	0,18
Capricorne.	3,8	4,1	16	11. 40,425	3,3282	— 85	+ 34	—12. 54,0	0,18
Capricorne.	5,6	3,1	9	12. 45,473	3,4669	— 115	0	—19. 28,6	0,18
Capricorne[2]	3,4	3,8	23	14. 32,991	3,3724	— 96	+ 20	—15. 8,6	0,18
Hévélius .	5,4	3,1	22	17. 28,784	2,9752	— 27	— 42*	+ 4. 58,6	0,18
Capricorne[3]	5,0	4,1	20	22. 18,036	3,4286	— 115	— 15	—18. 11,6	0,20
Piazzi . .	6,5*	3,2	11	22. 46,426	3,5270	—140	— 18*	—22. 46,3	0,19
Aigle. . .	5,2	3,0	9	23. 38,355	3,1331	— 54	+ 44	— 3. 16,0	0,19
Dauphin .	4,1	3,3	27	27. 43,107	2,8653	— 13	+ 5	+10. 54,8	0,20
Dauphin[4] .	3,7	3,4	16	32. 9,360	2,8050	— 5	+ 68	+14. 11,8	0,20
Capricorne.	5,3	3,2	11	33. 30,171	3,4228	—122	— 22	—18. 32,5	0,20
Dauphin .	4,0	3,7	14	34. 17,797	2,7815	— 1	+ 42	+15. 30,4	0,21
Capricorne.	4,3	3,9	18	39. 17,169	3,5649	—169	— 48	—25. 41,0	0,21
Verseau.	4,6	3,8	29	41. 40,134	3,1683	— 65	— 12	— 5. 26,9	0,22
Dauphin .	6,2	3,2	10	44. 8,927	2,8547	— 8	+ 34	+12. 7,4	0,22
Capricorne .	4,4	3,0	8	44. 57,484	3,5911	—184	— 14	—27. 20,9	0,22
Verseau. .	4,8	3,8	19	46. 27,037	3,2370	— 83	+ 20	— 9. 24,8	0,22
Capricorne .	6,0	3,2	8	48. 17,907	3,4005	—128	— 46	—18. 21,4	0,22
Pet. Renard	5,1	3,8	14	49. 39,495	2,5549	+ 26	— 5	+27. 37,3	0,22
Dauphin .	5,4	2,9	6	50. 9,301	2,8596	— 8	+ 26	+12. 7,8	0,23

Variable, 3,5 à 4,7, période de 7j., 2. — [2] 7e précède de 14s environ. — [3] Compagnon de 8e gran-r, 4" au Sud. — [4] Double très serrée (0"3).

NOMS	Gr	ÉPOQ. 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR	V.S. en 0s,001	μ en 0s,001	δ 1885,0	VA AN
20 Capricorne.	6,2	3,2	11	20h 53m 4s015	3s4157	−136	+ 12	−19° 28′,9	+0
21 Capricorne.	6,5	3,0	10	54 23,381	3,3854	−128	− 29	−17. 58,7	0,
η Capricorne.	5,2	3,4	12	57. 51,548	3,4243	−143	− 38	−20. 18,5	0,
θ Capricorne.	4,3	2,9	10	20. 59. 28,913	3,3734	−129	+ 52	−17. 41,3	0,
27 Capricorne.	6,2	3,2	9	21. 2. 58,483	3,4297	−149	+ 82	−21. 1,0	0,
γ Pet Cheval.	4,8	3,6	14	4. 44,931	2,9136	− 12	+ 33	+ 9. 40,1	0,
ζ Cygne .	3,5	3,9	25	8. 2,481	2,5503	+ 39	− 4	+29. 45,4	0,
α Pet. Cheval.	4,1	3,3	12	10. 4,475	2,9959	− 28	+ 33	+ 4. 46,4	0,
ζ Capricorne.	3,8	3,7	12	20. 6,055	3,4341	−166	− 1	−22. 54,6	0,
b Capricorne.	4,5	3,4	13	22. 9,930	3,4197	−162	+ 89	−22. 18,4	0,
β Verseau.	3,1	3,4	18	25. 30,276	3,1601	− 71	+ 6	− 6. 4,6	0,
ε Capricorne.	4,5	3,3	18	30. 38,459	3,3660	− 148	+ 3	−19. 58,8	0,
γ Capricorne.	3,8	4,0	23	33. 43,140	3,3175	−130	+ 131	−17. 10,9	0,
d Verseau. .	5,4	3,4	10	33. 43,146	3,0472	− 36	− 18	+ 1. 43,7	0,
η Capricorne.	4,7	3,2	7	36 14,182	3,3474	−144	+ 84	−19. 23,4	0,
ε Pégase . .	2,4	3,9	24	38. 32,268	2,9439	− 5	+ 19	+ 9. 20,9	0,
δ Capricorne.	3,0	3,8	22	40. 41,608	3,2995	−127	+ 178	−16. 38,9	0,
μ Capricorne.	5,2	3,1	8	47. 1,569	3,2552	−112	+ 193	−14. 5,6	0,
16 Pégase . .	5,0	4,0	15	47. 49,742	2,7254	+ 53	+ 6	+25. 23,1	0,
29[1] Verseau[1]	7,2*	3,2	10	56. 8,729	3,2883	−132	− 5	−17. 31,0	0,
α Verseau. .	3,2	4,0	19	21. 59. 52,639	3,0815	− 41	+ 4	− 0. 52,7	0,
ι Verseau. .	4,3	3,7	9	22. 0. 13,548	3,2429	−112	+ 12	−14. 25,6	0,
ι Pegase . .	4,0	3,4	5	1. 39,450	2,7666	+ 61	+ 22	+24. 47,0	0,
35 Verseau. .	5,8	3,4	5	2. 40,539	3,2977	−141	− 10	−19. 4,9	0,
θ Pégase . .	3,8	3,6	6	4. 23,913	3,0076	− 11	+ 189	+ 5. 37,9	0,
e[2] Verseau. .	5 4	3,2	7	4. 28,596	3,2100	− 98	+ 20	−12. 7,8	0,3
41[1] Verseau[2] .	6.0*	3,4	11	7. 56,851	3,3204	−158	− 3	−21. 38,7	0,2
θ Verseau. .	4,3	4,2	17	10. 45,898	3,1613	− 76	+ 69	− 8. 21,3	0,2
45 Verseau. .	6,1	3,3	8	12. 50,410	3,2201	−106	+ 47	−13. 52,7	0,3
γ Verseau. .	4,1	4,0	25	22. 15. 43,000	3,0914	− 42	+ 80	− 1. 58,0	0,3

[1] La première; suivante à peu près d'égale grandeur, à 0s,250. — [2] 7e,7 suit à 0s,338.

NOMS	Gr	EPOQ. 1880 +	N	α α 1885,0	PR.	V.S. en 0s,001	μ	δ δ 1885,0	VAR. ANN.
Verseau . .	6,0	3,4	6	22h 18m 17s432	3s2156	—106	+ 27	—14° 6',7	+0',30
Verseau . .	6,5	3,4	5	24. 7.563	3,2185	—111	+ 9	—15. 10,4	0,31
Verseau . .	4,8	3,8	7	24. 33,660	3,1790	— 88	+ 1	—11. 15,9	0,31
Verseau . .	6,4	3,5	6	25. 35,491	3,1801	— 89	+ 42	—11. 29,6	0,30
Verseau . .	4,2	3,6	16	29. 26,831	3,0776	— 31	+ 54	— 0. 42,6	0,31
Pégase . .	3,6	3,9	14	35. 43,596	2,9845	+ 23	+ 55	+10. 13,9	0,31
Pégase . .	3.1	3,8	15	37. 36 690	2,8039	+108	+ 12	+29. 37,2	0,31
Verseau . .	5,5	3,4	7	41. 22,506	3,2368	—138	— 83	—20. 12,8	0,31
Verseau . .	6,3	3,4	8	42. 27,094	3,1588	— 81	+ 34	—11. 9,7	0,31
Verseau . .	4,1	3 5	6	43. 30,190	3,1821	— 98	— 10*	—14. 11,9	0,31
Pégase . .	3,7	3,4	5	44. 27,186	2,8787	+ 89	+ 107	+23. 59,7	0,32
Verseau . .	3,8	4,1	12	46. 36,897	3,1318	— 63	— 4	— 8. 11,5	0,32
Verseau . .	5,8	3,4	7	47. 25,393	3,1615	— 85	+ 14	—12. 13,6	0,32
Verseau . .	3,4	4,1	10	48. 32,804	3,1922	—110	— 39	—16. 25,9	0,32
Poisson Aul.	1,3	3,9	17	51. 17,694	3,3013	—210	+ 244	—30. 13,9	0,32
Pégase . .	2,6	3.5	7	58. 11.971	2,8862	+118	+ 141	+27. 27,6	0,32
Pégase . .	2,6	3,9	16	22.59. 1,946	2,9798	+ 57	+ 40	+14. 35,2	0,32
Verseau . .	3,6	4,1	15	23. 3. 18,880	3,2021	—138	+ 26	—21. 47,8	0,33
Pégase . .	5,3	3,1	9	4. 14,040	3,0191	+ 34	— 2	+ 9. 12,0	0,33
Verseau . .	4,2	3,5	11	8. 21,993	3,1062	— 45	+ 21	— 6. 40,1	0,32
Verseau . .	4.5	3,4	9	9. 51,976	3,1209	— 60	+ 249	— 9. 42,8	0,32
Poissons. .	3,8	3,8	15	11. 12,209	3,0582	+ 6	+ 499	+ 2. 39,3	0,32
Verseau . .	4,5	3,4	7	11. 55,217	3,1194	— 60	+ 16	— 9. 48,6	0,32
Verseau . .	5,1	3,3	8	12. 58,750	3,1205	— 62	+ 27	—10. 14,3	0,32
Verseau . .	5,7	3,8	6	13. 26,189	3,0984	— 37	+ 123	— 5. 45,1	0,33
Pégase . .	4,6	3,9	16	19. 38,377	2,9730	+112	+ 123	+22. 46,3	0,33
Poissons. .	5,0	3,6	16	21. 2,219	3,0688	+ 1	+ 53	+ 0. 37,6	0,33
Poissons. .	4,3	3,7	22	34. 2,112	3,0580	+ 30	+ 246	+ 5. 0,2	0,33
Poissons. .	5,2	3,6	12	40. 30,917	3,0656	+ 23	— 38	+ 2. 51,0	0,34
Poissons. .	5,7	3,4	9	42. 1,815	3,0775	— 9	+ 60	— 3. 24,0	0,33

NOMS	Gr	ÉPOQ 1880 +	N	α				δ	
				α 1885,0	PR.	V.S. en 0s.001	μ en 0s.001	δ 1885,0	V A
δ Sculpteur .	4,6	4,2	11	23h 42m 56s120	3s1258	—160	+ 57	—28° 46',0	+
21 Poissons. .	6,1	3.5	6	43. 34,151	3,0705	+ 12	— 4	+ 0. 26,2	
8285 B. A. C. .	6.3	3,4	8	44. 18,633	3,0884	— 47	+ 103	—10. 37,2	
22 Poissons. .	5,9	3,8	12	46. 4,631	3,0680	+ 23	+ 12	+ 2 17,5	
φ Pégase . .	5,2	3,6	12	46. 38,262	3,0452	+109	— 21	+18. 29,0	
27 Poissons. .	5,0	3,5	12	52. 47,141	3,0743	— 7	— 38	— 4. 11,7	
ω Poissons. .	4.2	3,8	17	53. 24,338	3,0671	+ 48	+ 99	+ 6. 13,6	
29 Poissons. .	5,1	3,5	8	55. 55,830	3,0728	— 2	+ 10	— 3. 40,0	
30 Poissons. .	4,6	3,9	12	56. 3,721	3,0739	— 18	+ 31	— 6. 39,2	
2 Baleine . .	4,6	3,7	12	57. 50,927	3,0753	— 79	+ 11	—17. 58,5	
33 Poissons. .	4,6	3,5	13	23. 59. 26,925	3,0716	— 15	— 7	— 6. 21,1	

TABLE DES MATIÈRES

Observations photométriques d'Éros, faites à l'Observatoire de Lyon, lors de l'opposition de 1902, par M. Ch. André 1

Ascensions droites pour 1885,0 de 521 étoiles de culmination lunaire et de longitude. par M. F. Gonnessiat. 49

Lyon. — Imp. A. REY, rue Gentil. 4. — 28508

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
ASTRONOMY, MATHEMATICS-
STATISTICS LIBRARY
This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

LD 21-40m-5,'65
(F4308s10)476

General Library
University of California
Berkeley

QB4
L9A
V. 2-3

ONOM
LIBRARY

068